

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 387 528**

51 Int. Cl.:

**B23F 5/06** (2006.01)

**B23F 19/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **09173800 .5**

96 Fecha de presentación: **22.10.2009**

97 Número de publicación de la solicitud: **2314404**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **27.04.2011**

54 Título: **Procedimiento de mecanización dura fina de los flancos de los dientes de una rueda dentada**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**25.09.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**25.09.2012**

73 Titular/es:  
**Klingelberg AG**  
**Binzmühlestrasse 171**  
**8050 Zürich, CH**

72 Inventor/es:  
**Müller, Hartmuth**

74 Agente/Representante:  
**Lehmann Novo, Isabel**

**ES 2 387 528 T3**

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

**DESCRIPCIÓN**

Procedimiento de mecanización dura fina de los flancos de los dientes de una rueda dentada.

Campo de la invención

5 Es objeto de la invención un procedimiento de mecanización dura fina de un flanco de diente prefabricado de una rueda dentada.

Antecedentes de la invención, estado de la técnica

En la fabricación de ruedas dentadas se diferencia típicamente entre la llamada mecanización blanda y la mecanización dura. La mecanización blanda se efectúa antes del temple de la pieza de trabajo. Por el contrario, la mecanización dura se efectúa después del temple.

10 Después de la mecanización blanda se pueden producir deformaciones por temple debidas al temple subsiguiente. Por tanto, para poder lograr la geometría, las propiedades de contacto y las calidades superficiales deseadas es frecuente que se remecanicen en duro estas ruedas dentadas.

15 La figura 1 muestra una representación esquemática de un desarrollo de procedimiento 100 tomado a título de ejemplo. Se trata de un ejemplo general de la mecanización de una rueda dentada. Partiendo de una pieza bruta (casilla 101) se realizan los pasos de mecanización blanda siguientes en el ejemplo mostrado. Se puede producir, por ejemplo, un taladro (central) por torneado (casilla 102). Se puede voltear luego la pieza bruta para la mecanización posterior (casilla 103). Después del volteo puede seguir una nueva mecanización de torneado (casilla 104). Estos pasos son opcionales y se denominan aquí también fabricación de una preforma. En el marco de la fabricación de la preforma se pueden ejecutar también otros pasos o bien pasos alternativos. Al final de la fabricación de la preforma se designa la pieza de trabajo como pieza bruta de rueda o pieza de trabajo bruta K1. El paso 102 o los pasos 102-104 pueden ejecutarse, por ejemplo, en una llamada máquina de premecanización o en varias máquinas diferentes.

25 Sigue ahora típicamente el llamado tallado del dentado. En el marco de una mecanización de un dentado se labra durante el desbastado del dentado (casilla 105) con una herramienta de desbaste un número predefinido de huecos interdentales en la pieza bruta de rueda cónica K1 en la posición aproximada y con dimensiones aproximadas. Puede seguir después el paso opcional de alisado del dentado (casilla 106) que se ejecuta con una herramienta de alisado y que proporciona a los huecos interdentales o a los flancos adyacentes de los dientes, mediante la mecanización de alisado, la forma deseada con la exactitud prefijada. Sin embargo, se pueden labrar también los flancos de los dientes con solamente un paso (en lugar de los dos pasos 105 y 106).

30 Los pasos 105 y 106 pueden ejecutarse, por ejemplo, en una misma máquina o estación de mecanización. Por tanto, la pieza de trabajo bruta K1 no tiene que ser cambiada de sujeción ni transferida.

Los pasos señalados hasta ahora se denominan mecanización blanda, tal como se insinúa en la figura 1.

35 A continuación, sigue típicamente un tratamiento térmico (casilla 107) de la pieza de trabajo prefabricada K2. Este tratamiento térmico ya no forma parte típicamente de la mecanización blanda. Sirve para temprar la pieza de trabajo prefabricada K2. Sigue luego la remecanización mencionada (casilla 108). En la remecanización, que se denomina aquí también mecanización dura fina, se efectúa una mecanización dura del dentado. La rueda dentada K3 está entonces terminada.

40 En la mecanización dura se utilizan actualmente en parte unos freselines o fresas a manera de cabeza esférica que son conducidas lentamente sobre las superficies a remecanizar de los flancos de diente prefabricados. Las investigaciones muestran que las superficies que se han remecanizado de esta manera pueden presentar, en ciertas circunstancias, claras trazas del mecanizado y pueden tener un deficiente gráfico de engrane. Esto es lo que ocurre sobre todo cuando no está disponible tiempo suficiente para la remecanización y/o cuando se conduce la herramienta demasiado rápidamente sobre los flancos de diente que se tienen que remecanizar. Se pueden producir también, por ejemplo, problemas hidrodinámicos de lubricación cuando dos ruedas dentadas que se han remecanizado de este modo se utilicen como un par de ruedas dentadas. El documento DE3734828C1 revela un procedimiento de rectificando por generación de los flancos de los dientes de ruedas dentadas, en el que una muela abrasiva rotativa realiza movimientos de avance a lo largo de los lados frontales de los dientes para generar correcciones en el flanco de los dientes.

50 Por tanto, el cometido de la presente invención consiste en proporcionar un procedimiento de mecanización dura fina de un flanco de diente prefabricado de una rueda dentada que garantice un mejor gráfico de engrane o mejores propiedades superficiales de los flancos de los dientes y que se caracterice por una buena productividad.

Sumario de la invención

Este problema se resuelve según la invención por medio de un procedimiento de mecanización dura fina de un flanco de diente prefabricado según la reivindicación 1. Este procedimiento utiliza una máquina que presenta al menos cinco ejes controlados de manera coordinada y un eje de herramienta adicional. Según la invención, una herramienta rotacionalmente simétrica, de preferencia un fresolín o una espiga rectificadora, es puesta en movimiento de rotación alrededor del eje de la herramienta. Se activan uno o varios de los cinco ejes coordinadamente controlados de modo que un segmento rectilíneo de la línea generatriz de la herramienta sea guiada tangencialmente en un movimiento de producción en varias trazas a lo largo del flanco del diente mientras la herramienta cilíndrica arranca material en el flanco de diente prefabricado por efecto de la rotación alrededor del eje de la herramienta.

Preferiblemente, la herramienta es conducida a lo largo de trazas que corresponden a las llamadas isolíneas de generación o que se aproximan a estas isolíneas de generación.

El procedimiento según la invención está diseñado especialmente para la mecanización de flancos de dientes después de un proceso de temple, es decir, en el estado duro. Se han de seleccionar correspondientemente las herramientas que se utilicen. Por tanto, el procedimiento correspondiente se denomina también mecanización dura. Dado que se trata aquí de un acondicionamiento o una remecanización de flancos de diente ya prefabricados, el procedimiento se denomina también mecanización dura fina.

La ventaja más importante del procedimiento de la invención estriba en que se garantiza una eliminación completa de las deformaciones de temple que hayan quedado en el tratamiento térmico, pudiendo lograrse propiedades de engrane exactamente definidas y excelentes calidades superficiales, lo que repercute ventajosamente en la longevidad y la estabilidad de marcha de las ruedas dentadas correspondientemente mecanizadas. La utilización de la presente invención puede tener también una influencia positiva sobre la lubricación hidrodinámica cuando dos ruedas dentadas que se han remecanizado según la invención se emparejen una con otra.

**DIBUJOS**

Otros detalles y ventajas de la invención se describen seguidamente con ayuda de ejemplos de ejecución y con referencia al dibujo. Muestran:

La figura 1, un esquema general para la mecanización de ruedas dentadas;

La figura 2A, una vista en perspectiva de una rueda dentada y de una herramienta guiada según la invención, en representación esquemática;

La figura 2B, una vista en planta del diente y de la herramienta según la figura 2A, en representación esquemática;

La figura 3, una vista esquemática del diente de una rueda dentada y de una herramienta guiada según la invención, en representación esquemática, guiándose la herramienta de modo que su eje de rotación sea perpendicular a las trayectorias de producción;

La figura 4, una vista esquemática del diente de una rueda dentada y de una herramienta guiada según la invención, en representación esquemática, guiándose la herramienta por empuje de modo que su eje de rotación encierre con las trayectorias de producción un ángulo que sea superior a 90 grados;

La figura 5, una vista esquemática del diente de una rueda dentada y de una herramienta guiada según la invención, en representación esquemática, guiándose la herramienta por tracción de modo que su eje de rotación encierre con las trayectorias de producción un ángulo que sea inferior a 90 grados;

La figura 6, una vista esquemática de una rueda dentada con altura de diente variable y de una herramienta guiada según la invención, en representación esquemática, en la cual la herramienta es guiada por tracción;

La figura 7A, una vista esquemática de una rueda cónica de dentado recto con altura de diente constante, en la cual se han representado las isolíneas de generación;

La figura 7B, una vista en planta de una rueda cónica de dentado recto con altura de diente variable, en la cual se han representado las isolíneas de generación;

La figura 8, una vista en perspectiva de un cuerpo de base de una herramienta para realizar el procedimiento según la invención con forma básica cilíndrica, en representación esquemática;

La figura 9, una vista en perspectiva de una herramienta para realizar el procedimiento con cuerpo de base troncocónico, en representación esquemática;

La figura 10, una vista de otra herramienta para realizar el procedimiento según la invención con cuerpo de base

cilíndrico, en representación esquemática;

La figura 11, un alzado frontal del diente bombeado de una rueda dentada de dentado recto y de una herramienta guiada según la invención, en representación esquemática, en la cual la herramienta es guiada en forma cruzada; y

La figura 12, una vista en perspectiva de una máquina de pórtico en la que se puede utilizar la invención.

## 5 DESCRIPCIÓN DETALLADA

A continuación, haciendo referencia a las figuras 2A y 2B se describe el procedimiento según la invención para la mecanización dura fina de un flanco de diente prefabricado 11 de una rueda dentada 10. La figura 2A muestra una vista en perspectiva simplificada de un diente individual de una rueda dentada de dentado recto, es decir que no presenta ninguna curvatura de la línea del flanco del diente. Se trata de una representación fuertemente esquematizada de un diente con perfil de diente recto. En la práctica, tales dientes tienen frecuentemente un perfil de diente, por ejemplo, un perfil de diente evolvente) que está curvado. El diente tiene un flanco de diente recto 11 que es aquí visible. El diente tiene una altura de diente constante. El flanco de diente izquierdo (trasero) no es visible. En la figura 2A se puede apreciar que una herramienta rotacionalmente simétrica 20.1 (aquí con un cuerpo de base cilíndrico), preferiblemente una fresa cilíndrica o una espiga rectificadora, es puesta en movimiento de rotación R1 alrededor del eje WA de la herramienta. Esta rotación R1 es producida por un motor M que, por ejemplo, está asentado en un husillo o en una máquina 100 (no mostrado). El motor M se ha representado aquí en forma fuertemente simplificada. La situación mostrada en la figura 2A con perfil recto constituye un caso especial en el que la herramienta 20.1 toca el flanco 11 en toda la longitud, mientras que, en el caso normal de un perfil curvado, la herramienta 20.1 toca solamente un segmento cuya longitud depende de la aproximación al flanco.

La máquina 100 consiste en una máquina (tal como, por ejemplo, se muestra en la figura 12) que presenta al menos cinco ejes coordinadamente controlados y el eje de herramienta adicional WA. Uno o varios de los cinco ejes coordinadamente controlados son activados ahora (por ejemplo, por un control NC S de la máquina 100) de modo que una línea generatriz recta (llamada también segmento de longitud rectilíneo) de la herramienta 20.1 con cuerpo de base cilíndrico (llamada aquí también herramienta cilíndrica 20.1) sea guiada tangencialmente en un movimiento de producción a lo largo del flanco de diente 11. Detalles de esto pueden encontrarse, por ejemplo, en las figuras esquemáticas 3 a 6 o en las figuras 7A, 7B. El movimiento de producción está representado en las figuras por medio de un conjunto de vectores E. El movimiento de producción se ejecuta mientras la herramienta rotacionalmente simétrica 20.2 gira alrededor de su eje WA. Gracias a la rotación R1 alrededor del eje WA de la herramienta se arranca material en el flanco de diente prefabricado 11, es decir que se produce una remecanización con arranque de virutas del flanco de diente 11. Dado que al menos un segmento de longitud rectilíneo de la herramienta 20.1 se aplica cada vez tangencialmente a la superficie a mecanizar del flanco de diente 11, se produce durante la mecanización un contacto lineal a trozos o a tramos. La magnitud del contacto lineal a trozos o a tramos viene determinada por la aproximación al flanco, por lo pasos de mecanización que han precedido (por ejemplo, el desbastado de dentado con una fresa generadora) y por la forma del cuerpo de base de la herramienta. Los pasos de mecanización precedentes tienen siempre una influencia sobre la constitución de la superficie del flanco de diente. Una sección a través del flanco de diente es verdaderamente siempre una línea poligonal debido a los pasos de mecanización precedentes, viniendo determinada la distancia entre los distintos puntos de la línea poligonal por el avance (por el avance de generación en el fresado de generación). Sin embargo, cuando se utiliza un llamado rectificado de perfiles (rectificado de formas), no se tiene que tratar entonces de una línea poligonal.

En las figuras 2A y 2B se representan los movimientos de producción por medio de los vectores E, los cuales discurren oblicuamente a lo largo del flanco de diente 11. El vector E de línea continua muestra la dirección de movimiento momentánea y el movimiento de producción momentáneo de la herramienta 20.1. Las demás trayectorias del movimiento de producción están representadas por medio de los vectores de línea de trazos.

Cabe hacer notar que en la práctica las trayectorias del movimiento de producción están yuxtapuestas de manera netamente más estrecha que la que aquí se muestra en las figuras 2A, 2B, 3, 4, 5, 6 y 11 (es decir que las distancias A son netamente más pequeñas, tal como puede apreciarse, por ejemplo, en las figuras 7A y 7B). Además, el recorrido y la forma de las trayectorias de movimiento de producción son preferiblemente análogos a las isolíneas de generación que resultarían durante una mecanización de generación, tal como se muestra, por ejemplo, en las figuras 7A y 7B. Estas trayectorias del movimiento de generación pueden estar curvadas. Las isolíneas de generación consisten en líneas de unión de puntos que se producen con el mismo ángulo de generación.

El desarrollo del movimiento correspondiente de la herramienta 20.1 resulta ahora como sigue. Se elige un ajuste de la máquina en el que el eje WA esté inclinado con respecto al flanco de diente idealizado 11 de modo que al menos un corto segmento de longitud rectilíneo de la herramienta 20.1 sea tangente al flanco de diente 11. Para una herramienta troncocónica 20.2 (es decir, para una herramienta 20.2 con cuerpo de base troncocónico, por ejemplo según la figura 9), se puede elegir un ajuste angular correspondientemente diferente. Cuando se utiliza una herramienta 20.2, el ángulo de ataque puede corresponder al ángulo entre la línea generatriz 21 del tronco de cono y el eje del cono, el cual corresponde aquí al eje WA de la herramienta.

Se prefieren especialmente herramientas 20 cuyo segmento rectilíneo es relativamente largo en proporción al diámetro. Preferiblemente, la relación entre la longitud efectivamente eficaz  $L1$  y el radio  $R$  es mayor que 5, es decir,  $L/R > 5$ . Por tanto, se trata preferiblemente de una herramienta 20.1 con un cuerpo de base alargado y esbelto según la figura 8. Una herramienta de esta clase tiene la ventaja de que puede introducirse sin problemas en el hueco interdental entre dientes contiguos cuando se elija suficientemente grande el ángulo de ataque, es decir, cuando la herramienta 20.1 sea guiada en forma mas bien empinada, tal como se ha insinuado, por ejemplo, en la figura 4.

Según la clase de ajuste de la máquina, las distancias  $A$  (véanse las figuras 2A, 2B, 3, 4, 5, 6 y 11) entre trayectorias de producción contiguas pueden tener una distancia  $A$  algo mayor o menor. Preferiblemente, la distancia  $A$  entre dos trayectorias de producción directamente contiguas (o entre los vectores correspondientes  $E$ ) es más pequeña que la longitud efectivamente eficaz de la línea generatriz de la herramienta 20. En la figura 3 se muestra la situación en la que la superficie generatriz del cuerpo de base de la herramienta 20.1 es un cilindro ideal y en la que la longitud efectivamente eficaz  $L1$  de la línea generatriz corresponde a la altura  $H1$  del cilindro de la herramienta cilíndrica 20.1, es decir que  $L1 = H1$ . La distancia  $A$  está comprendida preferiblemente entre  $0,2 * L1$  y  $0,8 * L1$ . Estos datos rigen únicamente para el caso de que el perfil del diente sea recto y para el caso de que la línea del flanco del diente sea recta. En el ejemplo mostrado en la figura 3 la distancia  $A$  asciende a aproximadamente  $0,25 * L1$ .

No sólo la longitud efectivamente eficaz  $L1$  de la línea envolvente y la línea del flanco del diente, así como el perfil del diente pueden tener una influencia sobre la distancia  $A$ . La elección del ángulo de orientación  $W2$  puede tenerse en cuenta también para la fijación de la distancia  $A$ . Preferiblemente, se aplican las reglas siguientes. Cuando el ángulo de orientación  $W2$  es mayor o menor que 90 grados, se reduce entonces la distancia  $A$  proporcionalmente al seno del ángulo de orientación  $W2$ . Puede regir, por ejemplo, el que criterio siguiente:  $A = L1 * (\text{sen } W2)$ .

Estas relaciones matemáticas conducen, al ser aplicadas, a unos resultados ventajosos en lo que concierne a la calidad superficial, por un lado, y al tiempo de mecanización necesario, por otro. Sin embargo, las reglas correspondientes son opcionales. Se puede hacer funcionar también una máquina 100 con distancias constantes  $A$ . Es igualmente posible que la distancia  $A$  sea función de la posición momentánea de la herramienta 20 sobre el flanco de diente 11. Los vectores  $E$ , que representan los movimientos de producción, pueden ser líneas paralelas (es decir que la distancia  $A$  es igual en todas partes). Sin embargo, los vectores  $E$  pueden estar también curvados y no tienen que ser paralelos (análogamente a las isolíneas de generación).

Al fijar los movimientos de producción o las trayectorias de movimiento tridimensionales correspondientes, a lo largo de las cuales se mueve la herramienta 20 por efecto de una cooperación correspondiente de los ejes de la máquina 100, se tiene en cuenta la geometría del diente. En este caso, aparte de la línea del flanco del diente y del recorrido del perfil, se tienen en cuenta también modificaciones del flanco y otros aspectos que fijan la totalidad del flanco 11 en el espacio tridimensional. Cuando el flanco 11 está, por ejemplo, bombeado, se tienen que adaptar entonces correspondientemente en el lado de la máquina las trayectorias de movimiento tridimensionales (aquí representadas por los vectores  $E$ ). Son necesarias también adaptaciones correspondientes, por ejemplo en dientes con altura de diente variable y/o en dientes de una rueda dentada de dentado oblicuo o espiral.

Cuanto más pequeña sea la distancia  $A$ , tanto más precisamente puede remecanizarse la superficie del flanco de diente 11. Sin embargo, una disposición densa de los movimientos de producción (lo que es equivalente a una distancia pequeña  $A$ ) significa que la herramienta 20 tiene que ser guiada con mayor frecuencia a lo largo de la superficie que en el caso de una distancia mayor  $A$  entre los movimientos de producción. Cuanto más frecuentemente tenga que moverse la herramienta 20 a lo largo de la superficie, tanto más largo será el tiempo de remecanización.

Aparte de la consigna del ángulo de ataque del eje  $WA$  de la herramienta, el cual depende, entre otros factores, de la forma del cuerpo de base de la herramienta 20, se puede prefiar también sí la herramienta 20 es guiada en una orientación perpendicular (como se muestra en la figura 3), en una orientación de empuje (como se muestra en la figura 4) o en una orientación arrastrada (como se muestra en la figura 5) sobre el flanco de diente 11 que se debe mecanizar. En la orientación perpendicular según la figura 3 el ángulo de orientación  $W2$  asciende a 90 grados, en la orientación de empuje según la figura 4 el ángulo de orientación  $W2$  está comprendido entre 90 y 135 grados y en la orientación arrastrada según la figura 5 el ángulo de orientación  $W2$  está comprendido entre 90 y 45 grados.

En las figuras se ha insinuado por medio de una línea de trazos 14 que el flanco de diente tiene en la zona de su pie, es decir, cerca del pie 12 del diente, una zona que no se remecaniza con la herramienta 20. La línea de trazos 14 define la transición a la zona 18 del pie del diente. Esta transición es difusa.

Los dientes mostrados en las figuras 2A, 2B, 3, 4, 5, 7A y 11 tienen todos ellos una altura de diente constante. Sin embargo, la invención se puede aplicar también sin problemas a otros flancos de diente más complicados. En general, como se ha mencionado, los flancos de diente están curvados en la dirección de la línea longitudinal del flanco y en la dirección del perfil. El control NC S tiene que programarse entonces de modo que los vectores  $E$  estén correspondientemente adaptados.

La máquina 100 comprende un control S que genera señales de control para ajustar tangencialmente la herramienta 20; 20.1, 20.2 y para ejecutar el movimiento de producción.

5 La invención se puede utilizar de manera especialmente ventajosa para la remecanización de los flancos de los dientes de ruedas cónicas. En la figura 7A se muestra el flanco 11 de una rueda cónica de dentado recto con altura de diente constante. En la figura 7B se muestra el flanco 11 de una rueda cónica de dentado recto con altura de diente variable. El ángulo del cono en el pie es aquí más pequeño que el ángulo del cono en la cabeza. Se aplica aquí análogamente lo que se ha descrito antes.

La invención se puede aplicar a ruedas dentadas con altura de diente constante o con altura de diente variable. Se puede aplicar también en general a ruedas dentadas de dentado recto, de dentado oblicuo y de dentado espiral.

10 En una forma de realización especialmente preferida de la invención el movimiento de producción sigue a vectores E rectos o ligeramente curvados, que discurren preferiblemente paralelos uno a otro. Preferiblemente, estos vectores E se obtienen analíticamente de modo que, por ejemplo, se aproximen a las trazas virtuales de las cuchillas de una cabeza portacuchillas en forma de barra (en donde éstas no tienen que discurrir entonces ineludiblemente paralelas una a otra) que se originarían al producir el flanco de diente correspondiente por medio de un fresado de generación.

15 En el fresado de generación la cabeza portacuchillas en forma de barra no sólo realiza un movimiento de rotación alrededor de su eje de rotación (llamado eje de la cabeza portacuchillas), sino que es guiada también alrededor de un eje de cuna de generación. El eje de cuna de generación corresponde al eje de la rueda plana virtual que se aprovecha para la definición matemática de la rueda cónica correspondiente.

20 En matemáticas se designan las superficies como superficies conjugadas cuando se tocan a lo largo de una línea. Según la invención, la herramienta 20 es guiada siempre a lo largo del flanco de diente 11 (lo que se efectúa por medio de un control adecuado de los ejes de la máquina 100) de modo que al menos un respectivo segmento corto (llamado aquí longitud efectivamente eficaz L1) de la línea generatriz de la herramienta rotacionalmente simétrica 20 esté conjugado con un segmento corto de la superficie del flanco. Debido al guiado tangencial de la herramienta 20 a lo largo de la superficie del flanco se garantiza la conjunción. Gracias a esta conjunción se produce una remecanización con arranque de virutas en la zona inmediata de la longitud efectivamente eficaz L1 de la herramienta 20. Observando al microscopio un flanco de diente 11 remecanizado según la invención se aprecia una superficie de flanco que se puede describir como una línea poligonal en una sección perpendicular a los vectores E de las trayectorias del movimiento de producción. Después de la mecanización con la herramienta 20 de la manera descrita se obtiene una línea poligonal P que se compone de varios segmentos de línea rectos y/o segmentos curvados.

25

30

En la figura 10 se muestra la vista esquemática de otra herramienta 20.1 con cuerpo de base cilíndrico alargado. Esta herramienta 20.1 tiene una altura H1. La longitud efectivamente eficaz L1 es más corta, ya que la zona 18 de la cabeza de la herramienta está retranqueada en forma de tronco de cono o presenta un bisel de cabeza. Como es natural, una herramienta troncocónica 20.2 puede presentar análogamente también una altura H1 que sea mayor que la longitud efectivamente eficaz L1.

35

El término de herramienta rotacionalmente simétrica 20 se emplea aquí para definir una herramienta 20 cuyo cuerpo de base tiene una forma cilíndrica circular (véase, por ejemplo, la figura 8) o una forma troncocónica (véase, por ejemplo, la figura 9). En las figuras 2A, 2B, 3, 4, 5, 6, 8, 10 y 11 se muestran herramientas cilíndricas circulares 20.1. En la figura 9 se muestra una herramienta troncocónica 20.2. La descripción de las formas de realización de las figuras 2A, 2B, 3, 4, 5, 6, 8, 10 y 11 se puede aplicar de manera correspondiente a la herramienta troncocónica 20.2, teniendo que elegirse entonces únicamente el ángulo de ataque de conformidad con el ángulo del cono de la herramienta 20.2.

40

En flancos dentales 11 que presentan, por ejemplo, un bombeado B se guía la herramienta 20 preferiblemente a lo largo de vectores E que se cruzan uno con otro. Este principio se ha insinuado en la figura 11. El bombeado B se ha insinuado en la figura 11 por medio de elipses. La herramienta 20 puede abatirse a lo largo de un plano de simetría S1-S1 antes de que sea guiada a lo largo de vectores E\* que se cruzan con los demás vectores E.

45

Resultan así propiedades mejoradas de la superficie, pero al mismo tiempo se hace también más largo el tiempo de remecanización.

50 Se trata aquí especialmente de herramientas rotacionalmente simétricas que tienen un cuerpo de revolución (cuerpo de base rotacionalmente simétrico) cuya superficie generatriz ha sido producida por una línea recta 21 (llamada generatriz). En lugar de un tronco de cono se puede utilizar también un hiperboloide. Durante la mecanización un segmento de la herramienta se aplica al menos tangencialmente a la pieza de trabajo que se debe mecanizar.

Preferiblemente, se utilizan herramientas de fresado 20 en las diferentes formas de realización. El término de fresado designa aquí la mecanización con arranque de virutas de metales. Las herramientas 20 pueden consistir en fresas que se utilicen con acción rectificadora o bien pueden consistir en fresas que presenten filos o cuchillas para

55

arrancar virutas.

Según la invención, se utilizan preferiblemente herramientas 20 que están diseñadas especialmente para la mecanización de arranque de virutas de metales templados.

5 El movimiento de mecanización necesario para la producción o arranque de virutas es producido por rotación de la herramienta 20 con respecto al flanco de diente prefabricado 11. El movimiento de avance necesario para la conformación (en la dirección de los vectores E) es producido por un movimiento relativo de la herramienta 20 con respecto al flanco de diente 11. Los ejes de la máquina 100 dotados de control NC proporcionan este movimiento relativo.

10 La herramienta 20 se puede encontrar en marcha codireccional o en contramarcha. En marcha codireccional el filo/filos de la herramienta rotativa 20 o la superficie periférica de la herramienta 20 guarnecida con material rectificador se mueve/mueven, en la zona de engrane, en la dirección del vector E del movimiento de avance. En contramarcha se mueve/mueven, en la zona de engrane, en sentido contrario a la dirección del vector E del movimiento de avance.

15 Según la invención, se utiliza una herramienta 20 rotacionalmente simétrica y accionada a rotación. En este caso, el eje WA de la herramienta se puede mover según varios ejes con respecto a la pieza de trabajo prefabricada y templada K2. Está previsto un control correspondiente (preferiblemente un control NC S) para acoplar los movimientos correspondientes de los ejes. Se guía así la herramienta 20 a lo largo de trayectorias de movimiento programadas.

20 La figura 12 muestra una vista en perspectiva de una máquina de pórtico 100 en la que puede utilizarse la invención. Esta máquina 100 está diseñada especialmente para la remecanización fina de ruedas dentadas con un módulo grande. La rueda dentada a remecanizar (no mostrada) se posiciona sobre una mesa portapiezas de trabajo. La máquina 100 presenta cinco ejes dotados de control NC. Además, comprende un husillo 22 con la herramienta 20, la cual gira alrededor de un eje de herramienta adicional WA. En la instantánea mostrada en la figura 12 el eje WA de la herramienta es vertical. El husillo portaherramientas 22 puede girar alrededor de un eje horizontal y puede ser desplazado hacia arriba y hacia abajo paralelamente a un eje vertical. La máquina 100 dispone de tres ejes lineales (insinuados por flechas dobles rectas) y un primer eje de rotación de la mesa giratoria 101. Asimismo, a través de un disco cónico 23 se puede producir una basculación del husillo 22 por medio de un movimiento de giro.

Lista de símbolos de referencia

10	Rueda dentada
30	11 Flanco de diente
	12 Pie de diente
	13 Cabeza de diente
	14 Transición a la zona del pie del diente
	15 Línea de sección
35	16 Línea de flanco antes de la remecanización
	17 Marcador de transición
	18 Zona del pie del diente
	20 Herramienta rotacionalmente simétrica
	20.1 Herramienta cilíndrica
40	20.2 Herramienta troncocónica
	21 Generatriz
	22 Husillo portaherramientas
	23 Disco cónico
	100 Máquina
45	A Distancias

## ES 2 387 528 T3

	B	Bombeado
	E	Grupo de vectores (vectores de movimiento) que representa el movimiento de producción/las trayectorias del movimiento de producción
	E*	Vectores de cruce
5	H1	Altura
	L1	Longitud efectivamente eficaz
	P	Línea poligonal
	R1	Rotación alrededor de WA
	R	Radio
10	S	Control NC
	M	Motor
	WA	Eje de herramienta
	W2	Ángulo de orientación
	S1-S1	Plano de simetría

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento de mecanización dura fina de un flanco de diente prefabricado (11) de una rueda dentada (10) por medio de una máquina (100) que presenta al menos cinco ejes coordinadamente controlados y un eje de herramienta adicional (WA), **caracterizado** por los pasos siguientes:

- 5 - accionamiento de una herramienta rotacionalmente simétrica (20; 20.1, 20.2) para ponerla en movimiento de rotación (R1) alrededor del eje (WA) de la herramienta,
- activación de uno o varios de los cinco ejes coordinadamente controlados de modo que al menos un corto segmento rectilíneo de la línea generatriz de la herramienta (20; 20.1, 20.2) sea guiado tangencialmente en un movimiento de producción en varias trazas a lo largo del flanco de diente (11) mientras la herramienta (20; 20.1, 20.2) arranca material en el flanco de diente prefabricado (11) por efecto de la rotación (R1) alrededor del eje (WA) de la herramienta, siguiendo el movimiento de producción a vectores de movimiento prefijados (E),

15 **caracterizado** porque el movimiento de producción sigue a los vectores de movimiento (E) que discurren ligeramente curvados, de preferencia paralelamente uno a otro, correspondiendo o aproximándose estos vectores de movimiento (E) a trazas de cuchilla virtuales de una cabeza portacuchillas, preferiblemente isolíneas de generación de esta cabeza, las cuales se originarían al producir el flanco de diente correspondiente (11) por medio de fresado generador.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** porque un control (S) de la máquina (100) genera señales de control para ajustar la herramienta (20; 20.1, 20.2) tangencialmente a la superficie a mecanizar del flanco de diente y ejecutar el movimiento de producción.

20 3. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado** porque la herramienta consiste en una herramienta (20.1) con cuerpo de base cilíndrico.

25 4. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado** porque la herramienta consiste en una herramienta (20.2) con cuerpo de base troncocónico y porque el guiado tangencial de la herramienta (20.2) a lo largo del flanco de diente (11) se consigue por medio de un ángulo de ataque del eje (WA) de la herramienta que corresponde a un ángulo del cono de la herramienta (20.2).

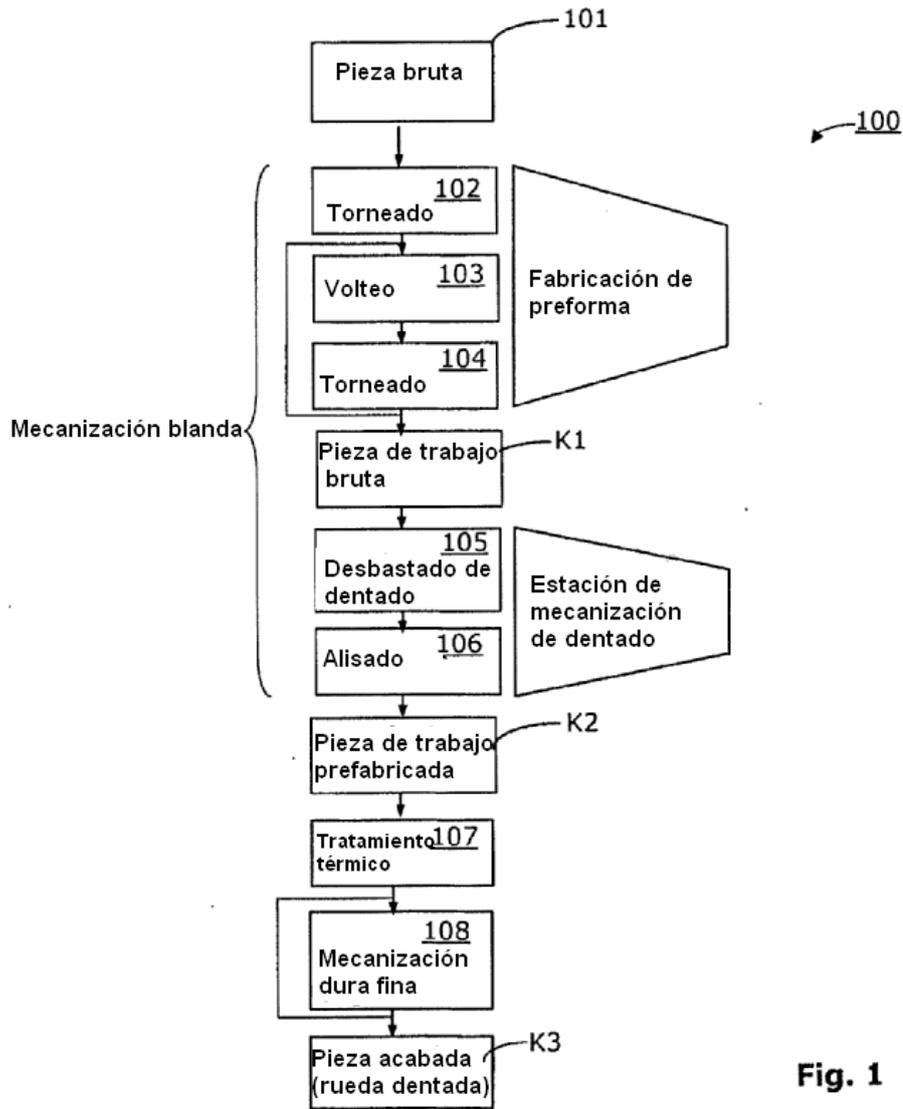
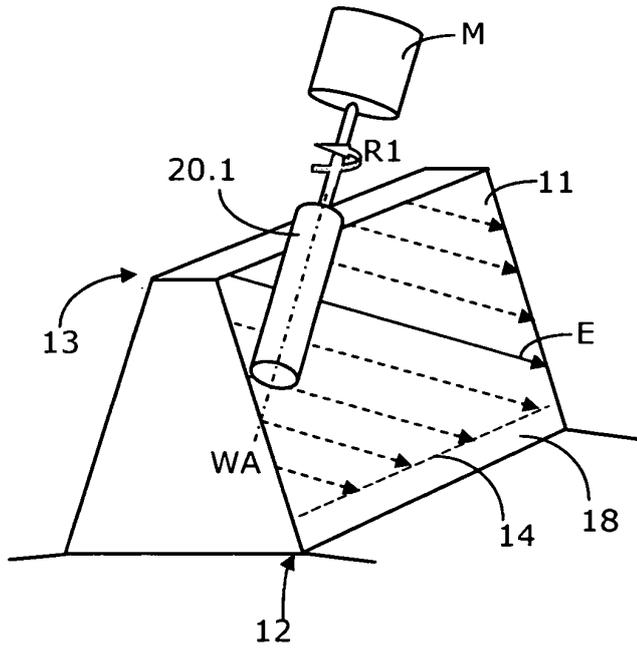
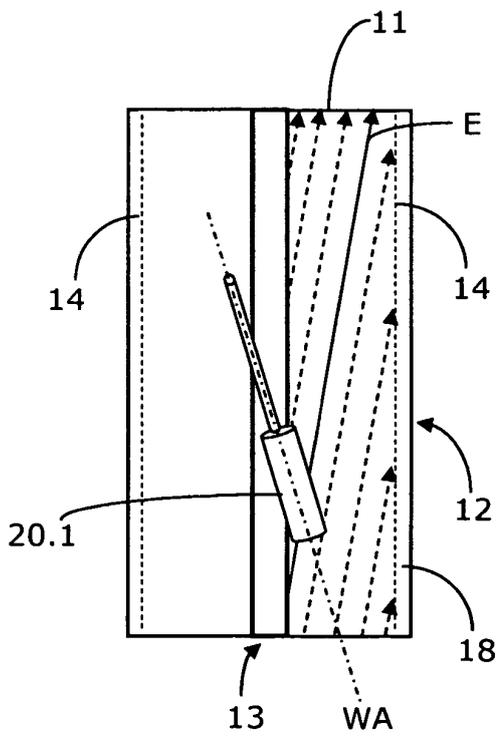


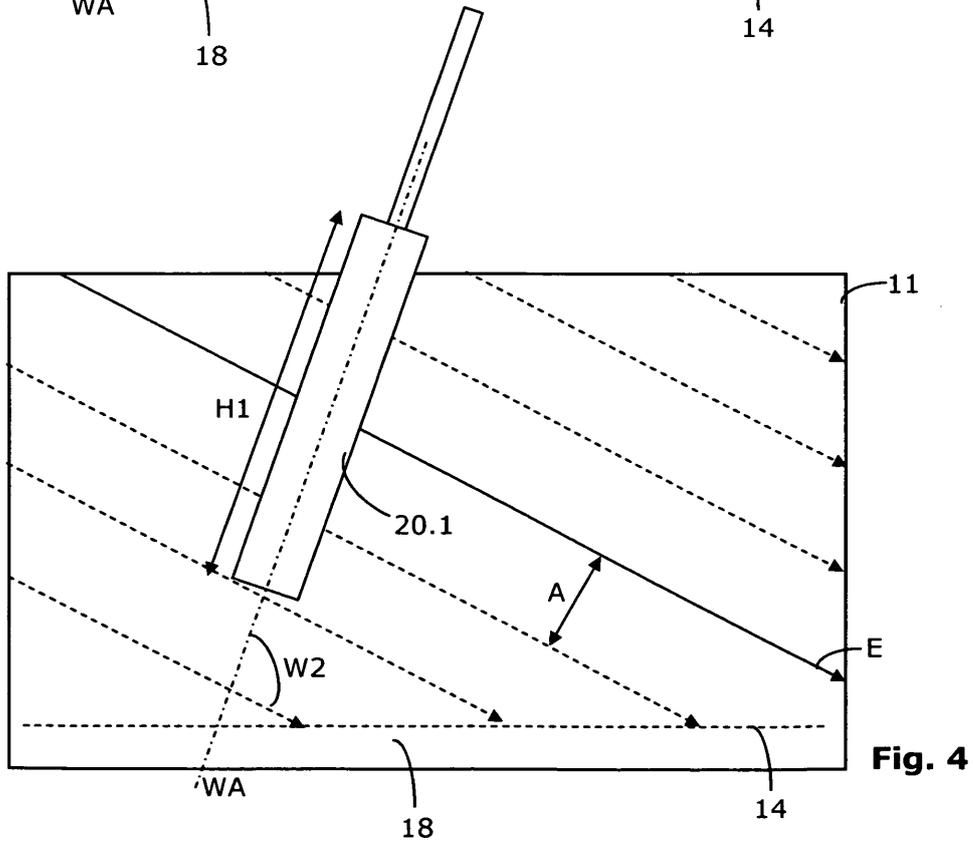
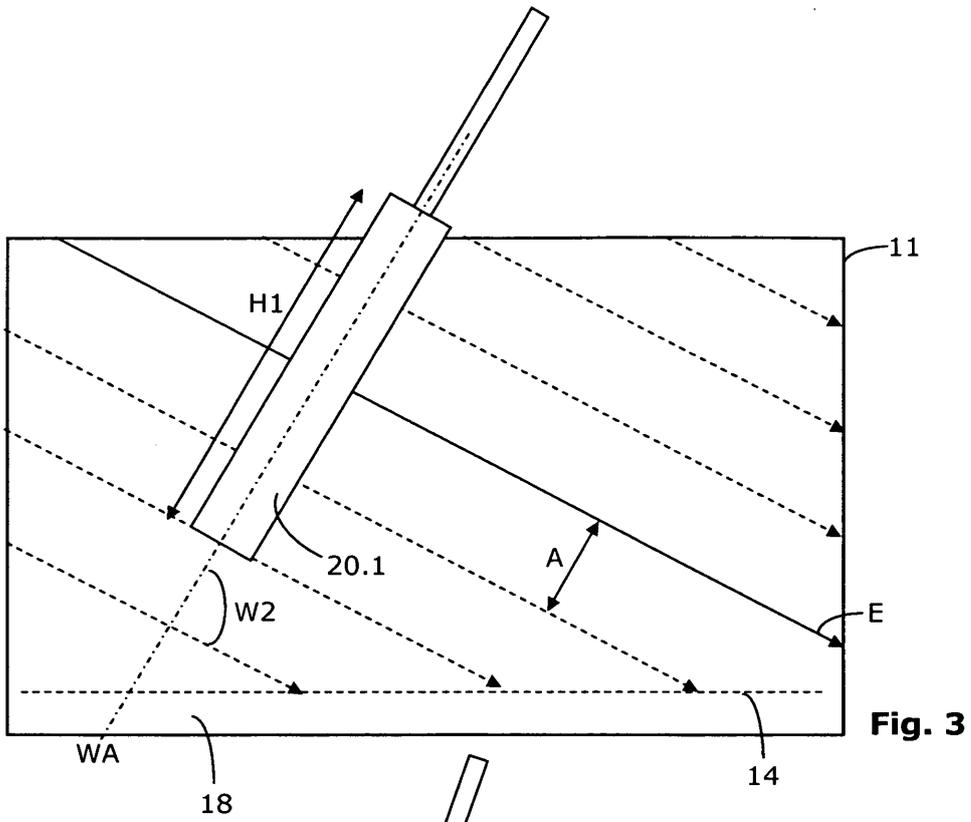
Fig. 1



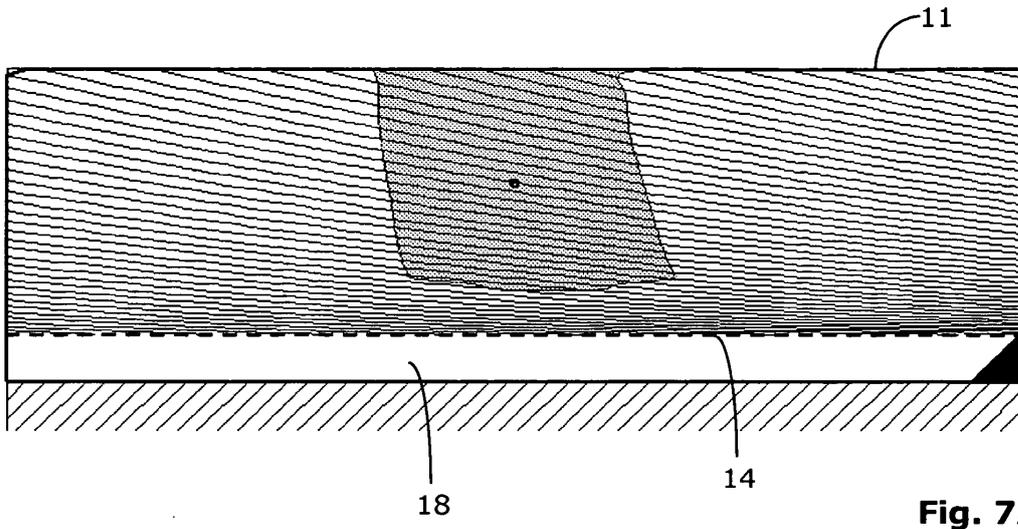
**Fig. 2A**



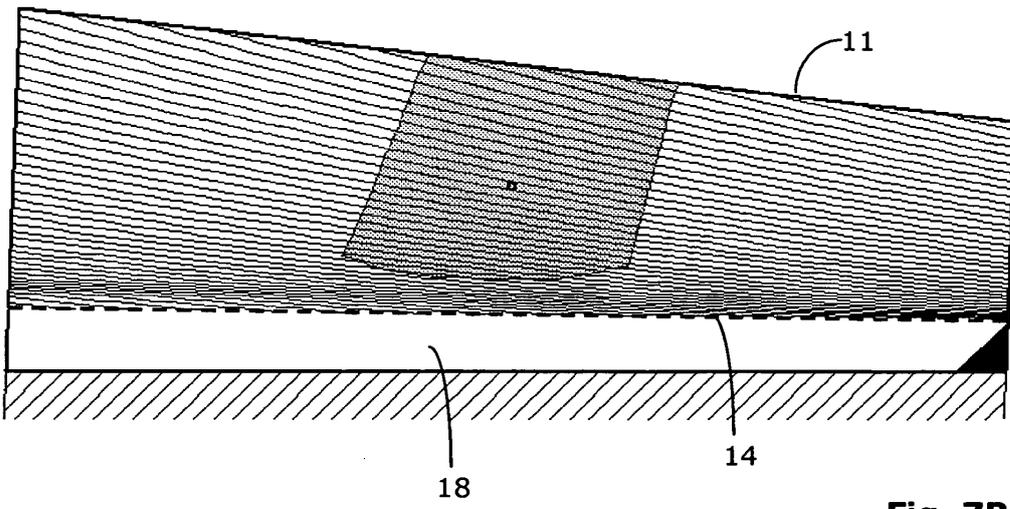
**Fig. 2B**



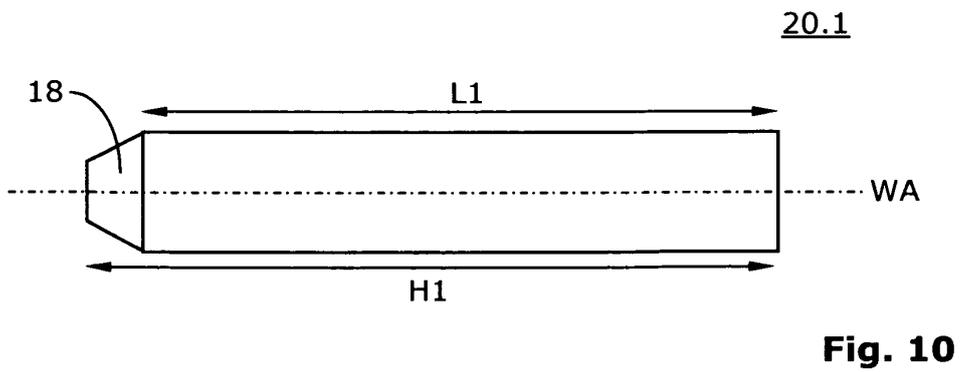
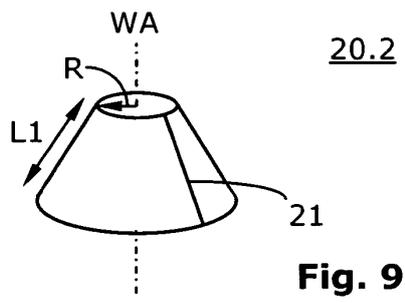
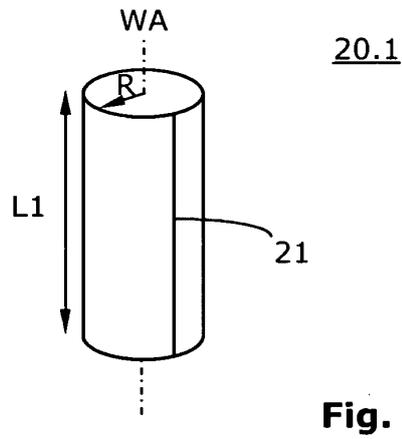


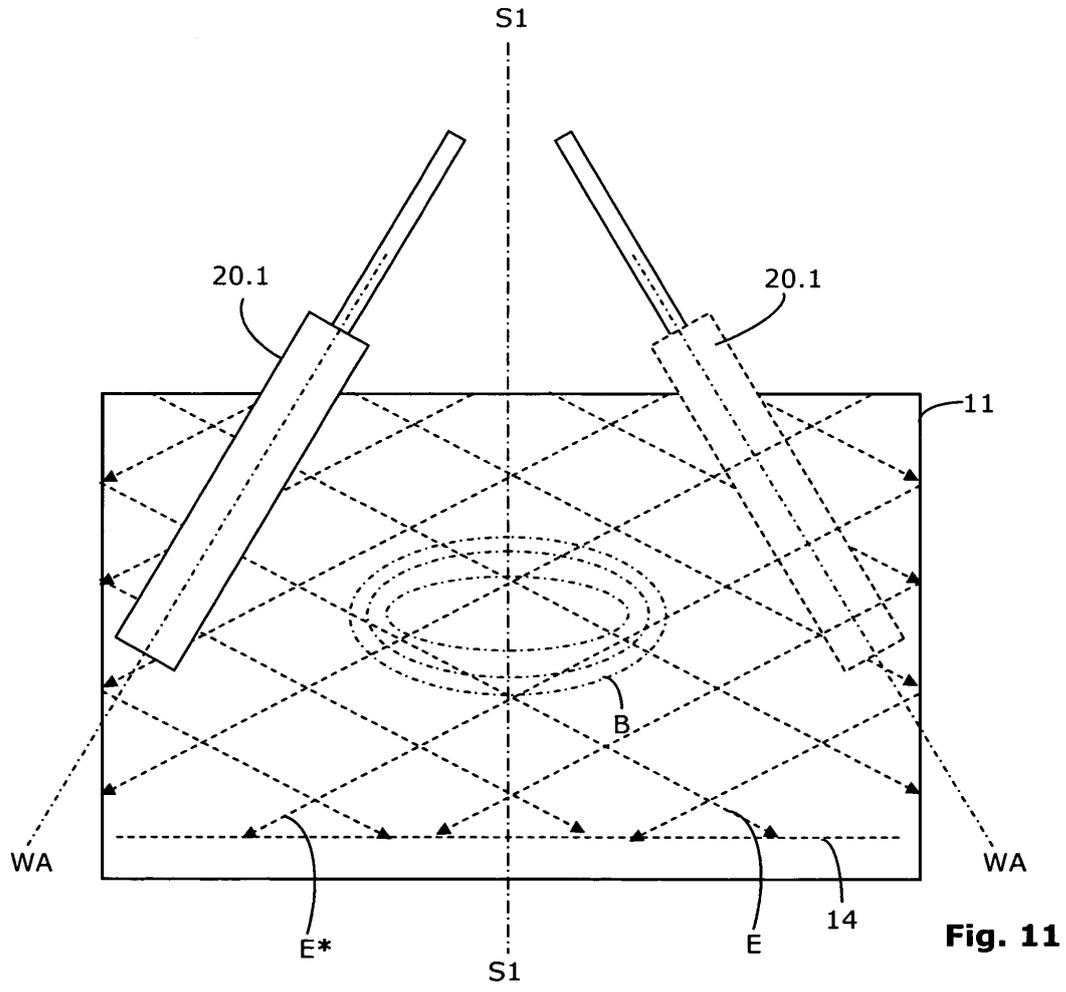


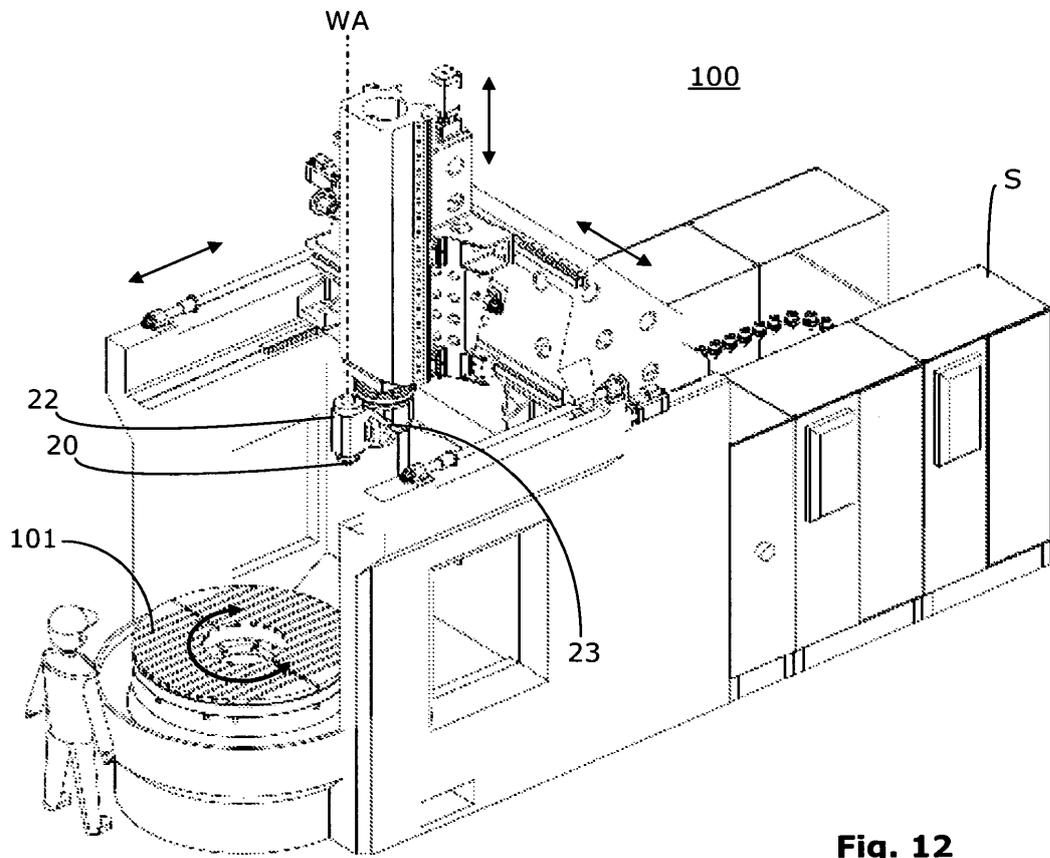
**Fig. 7A**



**Fig. 7B**







**Fig. 12**