

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 662 568**

51 Int. Cl.:

B23F 5/22 (2006.01)

B23F 17/00 (2006.01)

B23F 19/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.04.2012 PCT/EP2012/056295**

87 Fecha y número de publicación internacional: **11.10.2012 WO12136774**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.04.2012 E 12714657 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.02.2018 EP 2694239**

54 Título: **Procedimiento para la fabricación de dentados en piezas de trabajo**

30 Prioridad:

07.04.2011 DE 102011006993

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

09.04.2018

73 Titular/es:

**MAG IAS GMBH (100.0%)
Salacher Strasse 93
73054 Eisligen, DE**

72 Inventor/es:

**FLEISCHER, HOLGER y
WIESEL, MARIO**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 662 568 T3

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

DESCRIPCIÓN

Procedimiento para la fabricación de dentados en piezas de trabajo

5 La invención se refiere a un procedimiento para la fabricación de dentados en piezas de trabajo según el preámbulo de la reivindicación 1.

10 Por el documento DE 10 2006 044 738 B3 (que corresponde al documento US 7,624,505 B2) se conoce un procedimiento para el mecanizado de dentado de piezas de trabajo. El procedimiento se realiza sobre una máquina-herramienta que presenta un soporte giratorio que puede hacerse pivotar alrededor de un eje principal con dos husillos portapiezas. Los husillos portapiezas pueden hacerse pivotar mediante giro del soporte giratorio alrededor del eje principal hacia una posición de mecanizado y una posición de transferencia. En la posición de mecanizado a partir de una pieza en bruto se fabrica en primer lugar mediante fresado previo una pieza semiacabada. Mediante herramientas de desbarbado se eliminan en ambos lados frontales rebabas bastas axiales formadas en el fresado

15 A continuación la pieza semiacabada se traslada a la posición de transferencia, donde mediante herramientas de biselado se realiza un biselado de la pieza semiacabada en ambos lados frontales de la pieza de trabajo. Mediante herramientas de desbarbado adicionales se eliminan rebabas finas axiales formadas en el biselado, de manera que se forma una pieza semiacabada desbarbada y bisela axialmente. A continuación la pieza semiacabada biselada se traslada de nuevo a la posición de mecanizado, donde mediante fresado fino se eliminan rebabas finas radiales formadas en el biselado y de este modo se fabrica la pieza acabada, es decir la pieza de trabajo dentada y completamente desbarbada. A continuación la pieza acabada se traslada de nuevo a la posición de transferencia y se reemplaza por una pieza en bruto nueva que va a mecanizarse. El desbarbado axial y biselado se realiza en cada caso mediante dos herramientas de desbarbado o herramientas de biselado, que mecanizan simultáneamente la pieza de trabajo que va a dentarse en la zona de ambos lados frontales. Además pueden

20 mecanizarse en paralelo dos piezas de trabajo mediante los dos husillos portapiezas, por lo que pueden acabarse de manera rápida y económica piezas de trabajo dentadas y completamente desbarbadas. Lo desventajoso es que para la realización de este procedimiento el gasto de maquinaria técnica necesario es alto.

Por el documento EP 0 832 716 A2 se conoce una máquina-herramienta para girar y fresar por generación piezas mecánicas. La máquina-herramienta presenta un husillo principal en el que está dispuesta una pieza mecánica prevista para el mecanizado. En un primer carro está dispuesta un cabezal revólver con diferentes herramientas, mientras que en un segundo carro está dispuesta una fresadora por generación. Los carros pueden desplazarse simultáneamente para utilizar la fresadora por generación junto con una herramienta adicional para realizar por ejemplo un desbarbado de los puntos que ha mecanizado la fresadora por generación.

La invención se basa en el objetivo de producir un procedimiento que posibilite una fabricación sencilla y rápida de dentados en piezas de trabajo con un gasto de maquinaria técnica bajo.

Este objetivo se consigue mediante un procedimiento con las características de la reivindicación 1. De acuerdo con la invención se detectó que la fabricación de piezas de trabajo dentadas es posible con una elevada productividad y un gasto de maquinaria técnica comparativamente baja, si directamente tras la producción del dentado en la zona del primer lado frontal se comienza con el mecanizado posterior del dentado producido, de manera que el mecanizado posterior del dentado producido en la zona del primer lado frontal tiene lugar paralelo en el tiempo o simultáneamente para la producción adicional del dentado. Para ello es necesario que el dentado producido en la zona del primer lado frontal y en la zona del segundo lado frontal pueda mecanizarse mediante las herramientas correspondientes de manera independiente unas de otras, es decir desplazadas en el tiempo las unas respecto a las otras. Tras la producción del dentado en la zona del primer lado frontal se eliminan por lo tanto paralelo en el tiempo

45 a la producción adicional del dentado rebabas radiales formadas durante el dentado en la zona del primer lado frontal o en la zona del dentado ya producido y dado el caso también rebabas axiales en el primer lado frontal. El mecanizado posterior del dentado en la zona del primer lado frontal finaliza al menos simultáneamente con la producción del dentado en la zona del segundo lado frontal, de manera que la al menos una segunda herramienta puede avanzar directamente con el mecanizado posterior del dentado en la zona del segundo lado frontal. En el mecanizado posterior del dentado en el lado perimetral se eliminan en particular rebabas radiales en las puntas de diente y flancos de diente. El mecanizado posterior puede por ejemplo realizarse con una herramienta de biselado y/o una herramienta de desbarbado, como por ejemplo un cepillo, una muela abrasiva o una fresadora. En caso necesario tras el mecanizado posterior puede realizarse también un acabado del dentado producido en el que se eliminan rebabas finas o rebabas secundarias axiales y/o radiales.

55 El mecanizado posterior posibilita de manera sencilla y rápida la producción de un dentado biselado y desbarbado axialmente en la zona del primer lado frontal. Las rebabas axiales formadas en la producción de dentado y en el biselado se eliminan al mismo tiempo que el biselado mediante la herramienta de desbarbado. Las rebabas finas o secundarias radiales formadas en el biselado pueden eliminarse en un mecanizado de acabado subsiguiente. El biselado y la eliminación de rebabas axiales al menos parcialmente simultáneas posibilita una duración de ciclo corta en la fabricación de piezas de trabajo con dentado biselado.

65 Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 2 garantiza la eliminación de rebabas radiales en la zona del primer lado frontal de manera paralela en el tiempo a la producción adicional del dentado. Al poder eliminarse las rebabas radiales en la zona del primer lado frontal en el tiempo independientemente, es decir de manera distanciada en el tiempo de las rebabas radiales en la zona del segundo lado frontal, es posible una eliminación de las rebabas

radiales paralela en el tiempo a la producción de dentado. Por ello se alcanzan duraciones de ciclo cortas en el dentado. La eliminación de las rebabas radiales puede realizarse por ejemplo mediante biselado.

5 Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 3 garantiza una eliminación de las rebabas axiales en el primer lado frontal de manera paralela en el tiempo a la producción adicional del dentado. Al poder eliminarse las rebabas axiales en el primer lado frontal en el tiempo independientemente, es decir de manera distanciada en el tiempo de las rebabas axiales en el segundo lado frontal, es posible una eliminación de las rebabas axiales paralela en el tiempo a la producción de dentado. Por ello se alcanzan duraciones de ciclo cortas en el dentado de piezas de trabajo.

10 Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 4 posibilita de manera sencilla y rápida la producción de un dentado biselado y axialmente desbarbado en la zona del primer lado frontal. Las rebabas axiales que se forman en la producción de dentado y en el biselado se eliminan preferentemente de manera simultánea al biselado mediante la herramienta de desbarbado. Las rebabas finas o secundarias radiales formadas en el biselado pueden eliminarse en un mecanizado de acabado subsiguiente.

15 Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 5 posibilita una duración de ciclo corta en la fabricación de piezas de trabajo con dentado biselado.

20 Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 6 posibilita la fabricación de piezas de trabajo con un dentado cualitativamente de gran calidad sin ninguna rebaba. Un acabado es necesario en particular entonces cuando se forman rebabas finas o secundarias radiales en el biselado. Preferentemente el acabado se realiza mediante la primera herramienta que se utilizó ya para la producción del dentado. El acabado se realiza por ejemplo en la misma dirección que la producción de dentado, es decir partiendo del primer lado frontal hasta el segundo lado frontal. Como alternativa el acabado puede realizarse en dirección opuesta a la producción de dentado, es decir partiendo del segundo lado frontal hasta el primer lado frontal.

30 Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 7 posibilita un acabado sencillo y rápido del dentado producido. Al realizarse el acabado al menos parcialmente de manera paralela en el tiempo o simultáneamente con el mecanizado posterior del dentado producido en la zona del segundo lado frontal se alcanza una duración de ciclo corta en la fabricación del dentado. Preferentemente el acabado se realiza mediante la primera herramienta.

35 Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 8 posibilita de manera sencilla y rápida la eliminación de rebabas finas radiales que se forman mediante el biselado.

Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 9 posibilita de manera sencilla la producción y acabado del dentado.

40 Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 10 posibilita de manera sencilla una eliminación independiente de rebabas axiales en ambos lados frontales. Al estar prevista exactamente una herramienta de desbarbado, que puede hacerse pivotar alrededor de un eje de pivotado respectivo 180°, puede desbarbarse solo uno de los lados frontales y tras el pivotado de la herramienta de desbarbado 180° el otro lado frontal.

45 Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 11 posibilita de manera sencilla un biselado independiente del dentado producido en la zona de ambos lados frontales. Al estar prevista exactamente una herramienta de biselado que puede hacerse pivotar alrededor de un eje de pivotado respectivo 180°, puede biselarse solamente el dentado en la zona de uno de los lados frontales y tras el pivotado de la herramienta de biselado 180° en la zona del otro lado frontal.

50 Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 12 posibilita de manera sencilla la eliminación independiente de rebabas axiales en ambos lados frontales. Al estar dispuestas dos herramientas de desbarbado en un portaherramientas común y ser su distancia axial mayor que la distancia axial de los lados frontales se desbarba siempre solo un lado frontal. Para desbarbar el otro lado frontal en cada caso el portaherramientas debe desplazarse axialmente junto con las herramientas de desbarbado.

55 Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 13 posibilita el biselado independiente del dentado producido en la zona de ambos lados frontales. Al estar dispuesta dos herramientas de biselado en un portaherramientas común y ser su distancia axial mayor que la distancia axial de los lados frontales el dentado siempre se bisela solamente en la zona de uno de los lados frontales. Para el biselado del dentado en la zona del otro lado frontal en cada caso el portaherramientas debe desplazarse axialmente junto con las herramientas de biselado.

60 Características, ventajas y detalles adicionales de la invención resultan de la siguiente descripción de varios ejemplos de realización. Muestran:

65 La figura 1 una vista en perspectiva de una máquina-herramienta para la fabricación de dentados en piezas de trabajo de acuerdo con un primer ejemplo de realización,

- la figura 2 una vista en planta desde arriba de una pieza de trabajo que va a mecanizarse mediante la máquina-herramienta en la figura 1 al comienzo de la fabricación de un dentado,
- 5 la figura 3 una representación seccionada a lo largo de la línea de corte III-III en la figura 2,
- la figura 4 una vista en planta desde arriba de la pieza de trabajo al comienzo del biselado del dentado en la zona de un primer lado frontal de la pieza de trabajo,
- 10 la figura 5 una representación seccionada a lo largo de la línea de corte V-V en la figura 4,
- la figura 6 una representación seccionada a lo largo de la línea de corte VI-VI en la figura 4,
- la figura 7 una vista en planta desde arriba de la pieza de trabajo al comienzo del biselado del dentado en la zona de un segundo lado frontal de la pieza de trabajo,
- 15 la figura 8 una representación seccionada a lo largo de la línea de corte VIII-VIII en la figura 7,
- la figura 9 una representación seccionada a lo largo de la línea de corte IX-IX en la figura 7,
- 20 la figura 10 una vista en planta desde arriba de la pieza de trabajo en el acabado,
- la figura 11 una representación seccionada a lo largo de la línea de corte XI-XI en la figura 10,
- la figura 12 una representación seccionada a lo largo de la línea de corte XII-XII en la figura 10,
- 25 la figura 13 una representación seccionada de acuerdo con la figura 5 según un segundo ejemplo de realización,
- la figura 14 una representación seccionada de acuerdo con la figura 6 según un segundo ejemplo de realización,
- 30 la figura 15 una representación seccionada de acuerdo con la figura 11 según un segundo ejemplo de realización,
- 35 la figura 16 una representación seccionada de acuerdo con la figura 12 según un segundo ejemplo de realización,
- la figura 17 una vista en planta desde arriba de una pieza de trabajo que va a mecanizarse mediante una máquina-herramienta según un tercer ejemplo de realización en la producción del dentado en la zona del primer lado frontal de la pieza de trabajo,
- 40 la figura 18 una representación seccionada a lo largo de la línea de corte XVIII-XVIII en la figura 17,
- la figura 19 una vista en planta desde arriba de la pieza de trabajo en el acabado, y
- 45 la figura 20 una representación seccionada a lo largo de la línea de corte XX-XX en la figura 19.

A continuación con referencia a las figuras 1 a 12 se describe un primer ejemplo de realización de la invención. Una máquina-herramienta 1 para la fabricación de dentados en piezas de trabajo 2 presenta una bancada de máquina 3 en la que está dispuesto en vertical un husillo portapiezas 4. El husillo portapiezas 4 presenta un asiento de pieza de trabajo 5 que puede accionarse de manera giratoria mediante un motor de accionamiento 6 alrededor de un eje de giro 7 que discurre en vertical. El eje de giro 7 discurre en paralelo a una dirección z vertical y se denomina también eje C.

55 En una dirección x horizontal lateralmente junto al husillo portapiezas 4 está dispuesto un primer montante 8 de manera fija en la bancada de máquina 3. En un lado frontal del montante 8 dirigido al husillo portapiezas 4 está dispuesto un primer carro z 9 que puede desplazarse linealmente mediante un primer motor de accionamiento z 10 sobre primeros rieles-guía z 11 en paralelo a la dirección z. En el carro z 9 está dispuesto un asiento de pieza de trabajo complementaria 12 concéntrico al eje de giro 7. El asiento de pieza de trabajo complementaria 12 está alojado de manera giratoria alrededor del eje de giro 7 y sirve para el alojamiento de piezas de trabajo 2 onduladas.

65 Enfrentado al primer montante 8 está dispuesto un segundo montante 13 de manera linealmente desplazable en la bancada de máquina 3. Para ello sobre la bancada de máquina 3 están fijados rieles-guía x 14 sobre los cuales el montante 13 puede desplazarse linealmente mediante un motor de accionamiento x 15 en la dirección x. En un lado frontal del montante 13 dirigido al husillo portapiezas 4 están dispuestos segundos rieles-guía z 16 sobre los cuales un segundo carro z 17 puede desplazarse linealmente mediante un segundo motor de accionamiento z 18 en

paralelo a la dirección z.

En el carro z 17 está dispuesta una pieza giratoria 19 que puede hacerse pivotar mediante un motor de accionamiento 20 alrededor de un eje de giro 21 que discurre en paralelo a la dirección x. El eje de giro 21 se denomina también eje A. En la pieza giratoria 19 están dispuestos rieles-guía y 22 sobre los cuales puede desplazarse linealmente un carro y 23 mediante un motor de accionamiento y 24. En la orientación horizontal de la pieza giratoria 19 discurren los rieles-guía y 22 en paralelo hasta una dirección y horizontal, de manera que el carro y 23 puede desplazarse linealmente en paralelo hasta esta dirección y. Las direcciones x, y y z discurren en cada caso perpendiculares entre sí y forman un sistema de coordenadas cartesiano.

En el carro y 23 está dispuesta una primera unidad de mecanizado 25 para el mecanizado de una pieza de trabajo 2, que está configurada como unidad de fresado. La unidad de mecanizado 25 presenta un asiento de herramienta 26 y un asiento de herramienta complementaria 27 dispuesto enfrente para alojar una primera herramienta 28 configurada como herramienta de fresado o fresa de generación. El asiento de herramienta 26 puede accionarse de manera giratoria mediante un motor de accionamiento 29 alrededor de un eje de giro 30 que discurre en paralelo a los rieles-guía y 22. El eje de giro 30 se denomina también eje B. La fresa de generación 28 puede accionarse de manera giratoria por lo tanto alrededor del eje B.

A los lados en el montante 8 están dispuestas una segunda unidad de mecanizado 31 y una tercera unidad de mecanizado 32. Las unidades de mecanizado 31, 32 están configuradas idénticas, de manera que a continuación únicamente se describe con detalle la unidad de mecanizado 31. La unidad de mecanizado 31 presenta un tercer carro z 33 que puede desplazarse linealmente mediante un tercer motor de accionamiento z 34 sobre terceros rieles-guía z 35 en paralelo a la dirección z. Los rieles-guía z 35 están fijados a los lados en el montante 8. En el carro z 33 está dispuesto un carro de envío 36 que puede desplazarse linealmente sobre rieles-guía 37 mediante un motor de accionamiento 38 en una dirección de envío. La dirección de envío discurre en el plano x-y bajo un ángulo de aproximadamente 30° a 50° con respecto a la dirección y define un eje de envío lineal 39.

En el carro de envío 36 está dispuesto un portaherramientas 40 que puede hacerse pivotar al menos 180° mediante un motor de accionamiento 41 alrededor de un eje de pivotado 39 que coincide con el eje de envío. El eje de pivotado 39 es por lo tanto idéntico al eje de envío 39. El eje de pivotado 39 corta el eje de giro 7.

En el extremo libre del portaherramientas 40 está dispuesta una segunda herramienta 43 que puede accionarse de manera giratoria mediante un motor de accionamiento 44 integrado en el portaherramientas 40 alrededor de un eje de giro 45 que discurre en paralelo a la dirección z. De manera correspondiente la tercera unidad de mecanizado 32 presenta una tercera herramienta 46 que puede hacerse pivotar alrededor de un eje de pivotado 42 que puede accionarse de manera giratoria alrededor de un eje de giro 47 respectivo.

A continuación mediante las figuras 2 a 12 se describe el procedimiento para la fabricación de un dentado en la pieza de trabajo 2. Por motivos de claridad en las figuras únicamente se representa la pieza de trabajo 2 y las herramientas 28, 43 y/o 46 acopladas con la pieza de trabajo 2.

La pieza de trabajo 2 presenta un primer lado frontal 48 y un segundo lado frontal 49 enfrente que discurren transversalmente o perpendicularmente a un eje longitudinal central 50 de la pieza de trabajo 2. Entre los lados frontales 48, 49 la pieza de trabajo 2 presenta un lado perimetral 51 que discurre en forma de anillo alrededor del eje longitudinal central 50 y en paralelo al eje longitudinal central 50. En el lado perimetral 51 debe fabricarse un dentado 52 con dientes 53 y huecos entre dientes 54.

La pieza de trabajo 2 todavía no mecanizada se sujeta inicialmente en el asiento de pieza de trabajo 5 y se acciona de manera giratoria alrededor del eje de giro 7. En el estado sujeto de la pieza de trabajo 2 el eje de giro 7 coincide con el eje longitudinal central 50. A continuación la fresa de generación 28 se acciona de manera giratoria alrededor del eje de giro 30 y se envía a la pieza de trabajo 2 de tal manera que partiendo del primer lado frontal 48 en el lado perimetral 51 se genera el dentado 52. La fresa de generación 28 se desplaza en la dirección z para producir el dentado 52.

Después de la entrada de la fresa de generación 28 en la producción del dentado 52 se generan rebabas bastas o primarias axiales 55 y rebabas bastas o primarias radiales 56. Las rebabas bastas axiales 55 aparecen en el primer lado frontal 48, mientras que las rebabas radiales bastas 56 aparecen en el lado perimetral 51, en particular en las puntas de diente 57 y parcialmente también en los flancos de diente 58 de los dientes 53. Las rebabas bastas 55, 56 están indicadas en la figura 3.

Después de que el dentado 52 se haya configurado en la zona del primer lado frontal 48, para eliminar las rebabas axiales bastas 55 la segunda herramienta 43 se envía a la pieza de trabajo 2 y se acciona de manera giratoria alrededor del eje de giro 45. Este estado de mecanizado se ilustra en las figuras 2 y 3. La herramienta 43 está configurada como herramienta de desbarbado y presenta varias cuchillas 59 que están dispuestas de manera habitual en un cuerpo base 60 en forma de disco. La herramienta de desbarbado 43 se acciona de manera giratoria alrededor del eje de giro 45 y de este modo se eliminan las rebabas axiales bastas 55 mediante las cuchillas 59 del

5 primer lado frontal 48. Como alternativa la herramienta de desbarbado 43 puede presentar únicamente una cuchilla 59. Esta herramienta de desbarbado 43 no tiene que accionarse de manera giratoria en el desbarbado, sino que puede arrastrarse únicamente para el desbarbado de la pieza de trabajo 2 accionada de manera giratoria. La eliminación de las rebabas axiales bastas 55 se realiza en el tiempo en paralelo a la producción adicional del dentado 52 mediante la fresa de generación 28.

10 Si el dentado 52 está configurado en la zona del primer lado frontal 48 de manera suficiente, para el biselado del dentado 52 la tercera herramienta 46 configurada como herramienta de biselado se envía a la pieza de trabajo 2. La herramienta de biselado 46 presenta varios elementos de biselado 61 que están dispuestos en un cuerpo base 62 en forma de disco. Para el biselado de los dientes 53 en la zona del primer lado frontal 48 la herramienta de biselado 46 se acciona de manera giratoria alrededor del eje de giro 47 respectivo. En el biselado las rebabas radiales bastas 56 se eliminan y se forman rebabas finas o secundarias axiales 63 así como rebabas finas o secundarias radiales 64. Las rebabas axiales finas 63 aparecen a su vez en el primer lado frontal 48, mientras que las rebabas radiales finas 64 aparecen en el lado perimetral 51, en particular en las puntas de diente 57 y parcialmente también en los flancos de diente 58 de los dientes 53. El biselado en la zona del primer lado frontal 48 está ilustrado en las figuras 4 a 6. Al estar encajada todavía la herramienta de desbarbado 43 en el primer lado frontal 48 con la pieza de trabajo 2 se eliminan las rebabas finas axiales 63 que se forman en el biselado todavía durante el biselado.

20 El mecanizado posterior del dentado producido 52 en la zona del primer lado frontal 48 comprende por consiguiente la eliminación de rebabas bastas y finas axiales 55, 63 así como la eliminación de rebabas bastas radiales 56, que se forman en la producción del dentado 52 y en el biselado del dentado 52. El mecanizado posterior tiene lugar en el tiempo en paralelo o simultáneamente a la producción adicional del dentado 52 mediante la fresa de generación 28.

25 La fresa de generación 28 para la producción del dentado 52 en todo el lado perimetral 51 se desplaza de manera continua o en la dirección z, hasta que el dentado 52 también se genera en la zona del segundo lado frontal 49. A este respecto se forman a su vez rebabas bastas axiales 55 en el segundo lado frontal 49 y rebabas bastas radiales 56 en el lado perimetral 51. Esto se ilustra en la figura 8.

30 Una vez que el dentado 52 se haya biselado y desbarbado en el primer lado frontal 48 la herramienta de desbarbado 43 y la herramienta de biselado 46 se retira de la pieza de trabajo 2, se hace pivotar 180° alrededor de su eje de pivotado 39, 42 respectivo y se desplaza en la dirección z de manera lineal hacia el segundo lado frontal 49. Entre tanto el dentado 52 se creó completamente mediante la fresa de generación 28 también en la zona del segundo lado frontal 49. La herramienta de desbarbado 43 y la herramienta de biselado 46 se envían ahora de nuevo a la pieza de trabajo 2, de manera que mediante la herramienta de desbarbados 43 se eliminan rebabas bastas y finas axiales 55, 63 y mediante la herramienta de biselado 46 durante el biselado se eliminan rebabas bastas radiales 56 de la manera ya descrita. El biselado y desbarbado tiene lugar a su vez de manera paralela en el tiempo, es decir al menos parcialmente al mismo tiempo. El desbarbado en el segundo lado frontal 49 y el biselado del dentado 52, así como la eliminación de rebabas bastas radiales 56 en la zona del segundo lado frontal 49 se ilustra en las figuras 7 a 9.

40 Las rebabas radiales finas 64 que quedan todavía después del biselado y eliminación de las rebabas axiales 55, 63 se eliminan mediante acabado del dentado producido 52. El acabado se realiza mediante la fresa de generación 28 y se denomina corte de acabado. Una vez que el dentado 52 haya sido acabado en la zona del segundo lado frontal 49, se modifica la dirección de desplazamiento lineal de la fresa de generación 28. La fresa de generación 28 se desplaza ahora linealmente en paralelo a la dirección z partiendo del segundo lado frontal 49 de nuevo en la dirección del primer lado frontal 48. A este respecto se eliminan las rebabas radiales finas 64 en la zona del segundo lado frontal 49 y del primer lado frontal 48. Como alternativa el acabado puede realizarse de tal manera que la fresa de generación 28 se desplaza linealmente partiendo del primer lado frontal 48 en la dirección del segundo lado frontal 49. El acabado se realiza en el tiempo en paralelo al mecanizado posterior del dentado 52 en la zona del segundo lado frontal 49 mediante la herramienta de desbarbado 43 y la herramienta de biselado 46. El acabado se ilustra en las figuras 10 a 12. Las figuras 11 y 12 muestran la pieza de trabajo 2 dentada acabada, biselada y desbarbada.

55 Mediante la configuración de la herramienta de desbarbado 43 así como su capacidad de pivotado alrededor del eje de pivotado 39 respectivo es posible eliminar rebabas axiales 55, 63 en el primer lado frontal 48 en el tiempo independientemente de rebabas axiales 55, 63 en el segundo lado frontal 49. De manera correspondiente es posible mediante la configuración de la herramienta de biselado 46 así como su capacidad de pivotado alrededor del eje de pivotado 42 respectivo biselar el dentado 52 en la zona del primer lado frontal 48 y en la zona del segundo lado frontal 49 en el tiempo de manera independiente y eliminar rebabas bastas radiales 56. Mediante este mecanizado posterior independiente del dentado 52 es posible llevar a cabo la producción, el mecanizado posterior y dado el caso el acabado del dentado 52 de la manera más paralela en el tiempo. Por ello se alcanzan duraciones de ciclo cortas en el dentado de piezas de trabajo 2, aunque la máquina-herramienta 1 presenta solamente un husillo portapiezas 4 y por lo tanto siempre puede mecanizarse solo una pieza de trabajo 2. Mediante el procedimiento de acuerdo con la invención puede alcanzarse por tanto con un gasto de maquinaria técnica reducido una alta productividad en el dentado de piezas de trabajo 2.

5 A continuación mediante las figuras 13 a 16 se describe un segundo ejemplo de realización de la invención. La máquina-herramienta 1 corresponde a la máquina-herramienta descrita en el primer ejemplo de realización, aunque con la diferencia de que las herramientas 43, 46 no pueden hacerse pivotar y están configurados exclusivamente ejes de envío lineales 39, 42 y ningún eje de pivotado. La máquina-herramienta 1 presenta por lo tanto una construcción simplificada.

10 Para el mecanizado posterior a ambos lados de la pieza de trabajo 2 la unidad de mecanizado 31 presenta dos herramientas de desbarbado 43 que están dispuestas enfrentadas entre sí en un portaherramientas común 65. Para que el primer lado frontal 48 pueda desbarbarse independientemente del segundo lado frontal 49, las herramientas de desbarbado 43 presentan en la dirección z una distancia A_E la una de la otra que es mayor que la distancia A_W de los lados frontales 48, 49 de la pieza de trabajo 2. De manera correspondiente la unidad de mecanizado 32 presenta dos herramientas de biselado 46 que están fijadas enfrentadas entre sí en un portaherramientas común 66. Para el biselado independiente del dentado 52 en la zona del primer lado frontal 48 y en la zona del segundo lado frontal 49 las herramientas de biselado 46 presentan en la dirección z una distancia A_A la una de la otra que es mayor que la distancia A_W .

15 La producción y mecanizado posterior del dentado 52 en la zona del primer lado frontal 48 se realiza de la manera ya descrita y se ilustra en las figuras 13 y 14. Para el mecanizado posterior del dentado 52 en la zona del segundo lado frontal 49 los portaherramientas 65, 66 se desplazan de manera lineal junto con las herramientas 43, 46 dispuestas en los mismos, de manera que las herramientas 43, 46 que pertenecen al segundo lado frontal 49 se encajan con la pieza de trabajo 2. Esto se ilustra en las figuras 15 y 16. En cuanto al modo de funcionamiento adicional de la máquina-herramienta 1 y del desarrollo de procedimiento adicional se remite al primer ejemplo de realización.

20 A continuación mediante las figuras 17 a 20 se describe un tercer ejemplo de realización de la invención. La máquina-herramienta 1 presenta a diferencia del primer ejemplo de realización únicamente las unidades de mecanizado 25 y 31. Al omitirse la unidad de mecanizado 32, la máquina-herramienta 1 presenta una construcción más sencilla. La herramienta de desbarbado 43 y la herramienta de biselado 46 están reunidas para formar una herramienta combinada y están dispuestas en un cuerpo base 60 común. El mecanizado posterior del dentado 52 producido en la zona del primer lado frontal 48 se realiza en el tiempo en paralelo a la producción adicional del dentado 52 mediante la fresa de generación 28. Esto se ilustra en las figuras 17 y 18. Para mecanizar posteriormente el dentado 52 en la zona del segundo lado frontal 49 la herramienta combinada se hace pivotar de acuerdo con el primer ejemplo de realización 180° alrededor del eje de pivotado 39. Esto se ilustra en las figuras 19 y 20. En cuanto al modo de funcionamiento adicional de la máquina-herramienta 1 y del desarrollo de procedimiento adicional se remite al primer ejemplo de realización.

30 Según un cuarto ejemplo de realización de la invención la máquina-herramienta 1 está configurada de acuerdo con el tercer ejemplo de realización, aunque la unidad de mecanizado 31 no presenta ningún eje de pivotado, de manera que solo está configurado el eje de envío 39. La unidad de mecanizado 31 presenta dos herramientas combinadas de acuerdo con el tercer ejemplo de realización que están dispuestas en un portaherramientas común, tal como ya se ilustró en principio ya con relación al segundo ejemplo de realización. Una vez que el dentado 52 producido se haya mecanizado posteriormente en la zona del primer lado frontal 48 con la primera herramienta combinada respectiva, el portaherramientas se desplaza linealmente junto con las herramientas combinadas en la dirección z hasta que la herramienta combinada que pertenece al segundo lado frontal 49 se encaje con la pieza de trabajo 2. En cuanto al modo de funcionamiento adicional de la máquina-herramienta 1 y al desarrollo de procedimiento adicional se remite al segundo y tercer ejemplo de realización.

40 Las unidades de mecanizado 31, 32 incluidas las herramientas 43, 46 pueden estar configuradas en principio de manera discrecional, siempre que la pieza de trabajo 2 pueda mecanizarse en la zona de ambos lados frontales 48, 49 de manera independiente entre sí. Por ello es posible llevar a cabo la producción, el mecanizado posterior y dado el caso también el acabado de la manera más paralela en el tiempo p, de manera que con un gasto de maquinaria técnica reducido se alcance una elevada productividad en el dentado de piezas de trabajo 2. En particular también es posible emplear el procedimiento de acuerdo con la invención para producir varios dentados 52 en una pieza de trabajo 2. Las piezas de trabajo 2 onduladas pueden alojarse— en caso necesario — adicionalmente en el asiento de
55 pieza de trabajo complementaria 12.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la fabricación de dentados en piezas de trabajo, con las siguientes etapas:

- 5 – facilitar una pieza de trabajo que va a dentarse (2), presentando la pieza de trabajo (2)
 - un eje longitudinal central (50),
 - un primer lado frontal (48) que discurre transversal al eje longitudinal central (50),
 - un segundo lado frontal (49) que discurre transversal al eje longitudinal central (50) y
 - 10 – un lado perimetral (51) que discurre alrededor del eje longitudinal central (50) y entre los lados frontales (48, 49),
- producir un dentado (52) en el lado perimetral (51) en la zona del primer lado frontal (48) mediante una primera herramienta (28),
- 15 – mecanizar posteriormente el dentado (52) producido en la zona del primer lado frontal (48) para eliminar rebabas (55, 56), que se forman en la producción del dentado (52), mediante al menos una segunda herramienta (43, 46),
 - realizándose el mecanizado posterior al menos en el lado perimetral (51) del dentado producido (52) y
 - 20 – realizándose el mecanizado posterior durante la producción adicional del dentado (52),
- producir el dentado (52) en la zona del segundo lado frontal (49) mediante la primera herramienta (28), y
- mecanizar posteriormente el dentado (52) producido en la zona del segundo lado frontal (49) para eliminar rebabas (55, 56), que se forman en la producción del dentado (52), mediante la al menos una segunda herramienta (43, 46),
- 25

caracterizado por que el mecanizado posterior del dentado (52) producido en la zona del primer lado frontal (48) comprende las siguientes etapas:

- 30 – biselar el dentado producido (52) mediante una herramienta de biselado (46) y eliminar rebabas radiales (56) en el biselado, y
- eliminar rebabas axiales (55, 63) en el primer lado frontal (48) mediante una herramienta de desbarbado (43) y

por que el biselado del dentado producido (52) y la eliminación de rebabas axiales (55, 63) se realiza al menos parcialmente al mismo tiempo.

2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** en el mecanizado posterior se eliminan rebabas radiales (56) en el lado perimetral (51) y la eliminación de las rebabas radiales (56) en la zona del primer lado frontal (48) se realiza en el tiempo independientemente de la eliminación de las rebabas radiales (56) en la zona del segundo lado frontal (49).

3. Procedimiento de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado por que** en el mecanizado posterior se eliminan rebabas axiales (55) en los lados frontales (48, 49) y la eliminación de las rebabas axiales (55) en el primer lado frontal (48) se realiza en el tiempo independientemente de la eliminación de las rebabas axiales (55) en el segundo lado frontal (49).

4. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado por que** el mecanizado posterior del dentado (52) producido en la zona del segundo lado frontal (49) comprende las siguientes etapas:

- 50 – biselar el dentado producido (52) mediante una herramienta de biselado (46) y eliminar rebabas radiales (56) en el biselado, y
- eliminar rebabas axiales (55, 63) en el segundo lado frontal (49) mediante una herramienta de desbarbado (43).

5. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 4, **caracterizado por que** el biselado del dentado producido (53) y la eliminación de las rebabas axiales (55, 63) se realiza al menos parcialmente al mismo tiempo.

6. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado por** un acabado del dentado producido (52) para eliminar rebabas (64) que quedan todavía tras el mecanizado posterior.

7. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 6, **caracterizado por que** el acabado se realiza durante el mecanizado posterior del dentado (52) producido en la zona del segundo lado frontal (49).

8. Procedimiento de acuerdo con las reivindicaciones 6 o 7, **caracterizado por que** en el acabado se eliminan rebabas finas (64) radiales formadas mediante el biselado mediante la primera herramienta (28).

9. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado por que** la primera herramienta (28) está configurada como herramienta de fresado.
- 5 10. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizado por que** está prevista una herramienta de desbarbado (43), que para eliminar rebabas axiales (55, 63) puede hacerse pivotar al menos 180° en ambos lados frontales (48, 49) alrededor de un eje de pivotado respectivo (39).
- 10 11. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizado por que** está prevista una herramienta de biselado (46), que puede hacerse pivotar al menos 180° para biselar el dentado producido (52) en la zona de ambos lados frontales (48, 49) alrededor de un eje de pivotado respectivo (42).
- 15 12. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 11, **caracterizado por que** para eliminar rebabas axiales (55, 63) en los lados frontales (48, 49) están dispuestas dos herramientas de desbarbado (43) en un portaherramientas común (65) y una distancia axial (A_E) de las herramientas de desbarbado (43) es mayor que una distancia axial (A_W) de los lados frontales (48, 49).
- 20 13. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 12, **caracterizado por que** para biselar el dentado producido (52) están dispuestas dos herramientas de biselado (46) en un portaherramientas común (66) y una distancia axial (A_A) de las herramientas de biselado (46) es mayor que una distancia axial (A_W) de los lados frontales (48, 49).

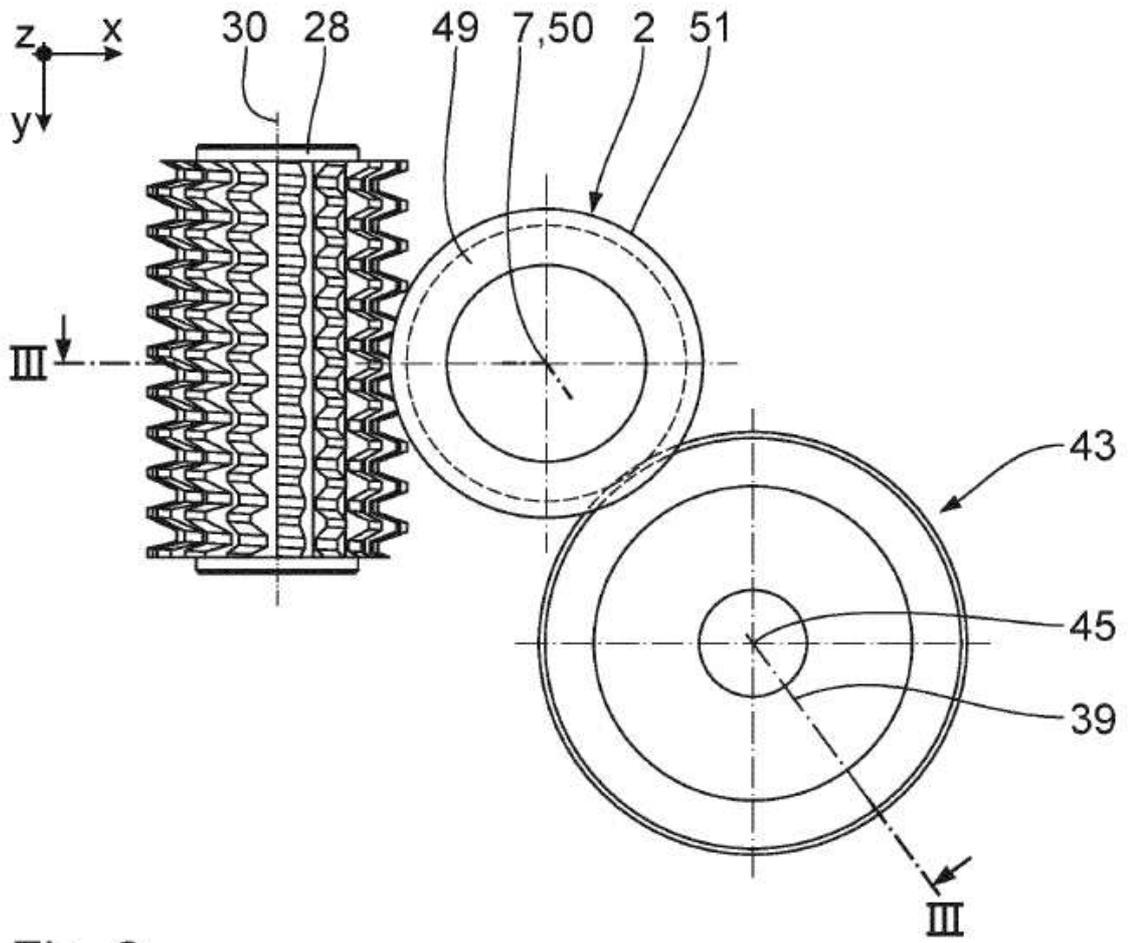


Fig. 2

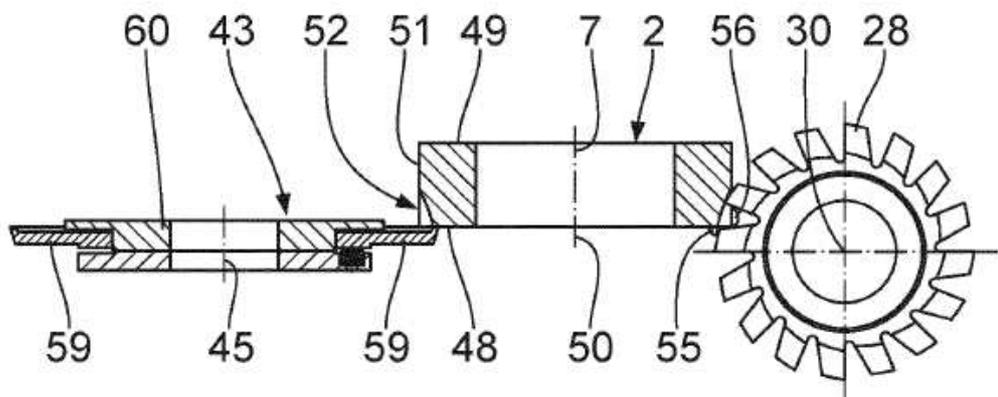


Fig. 3

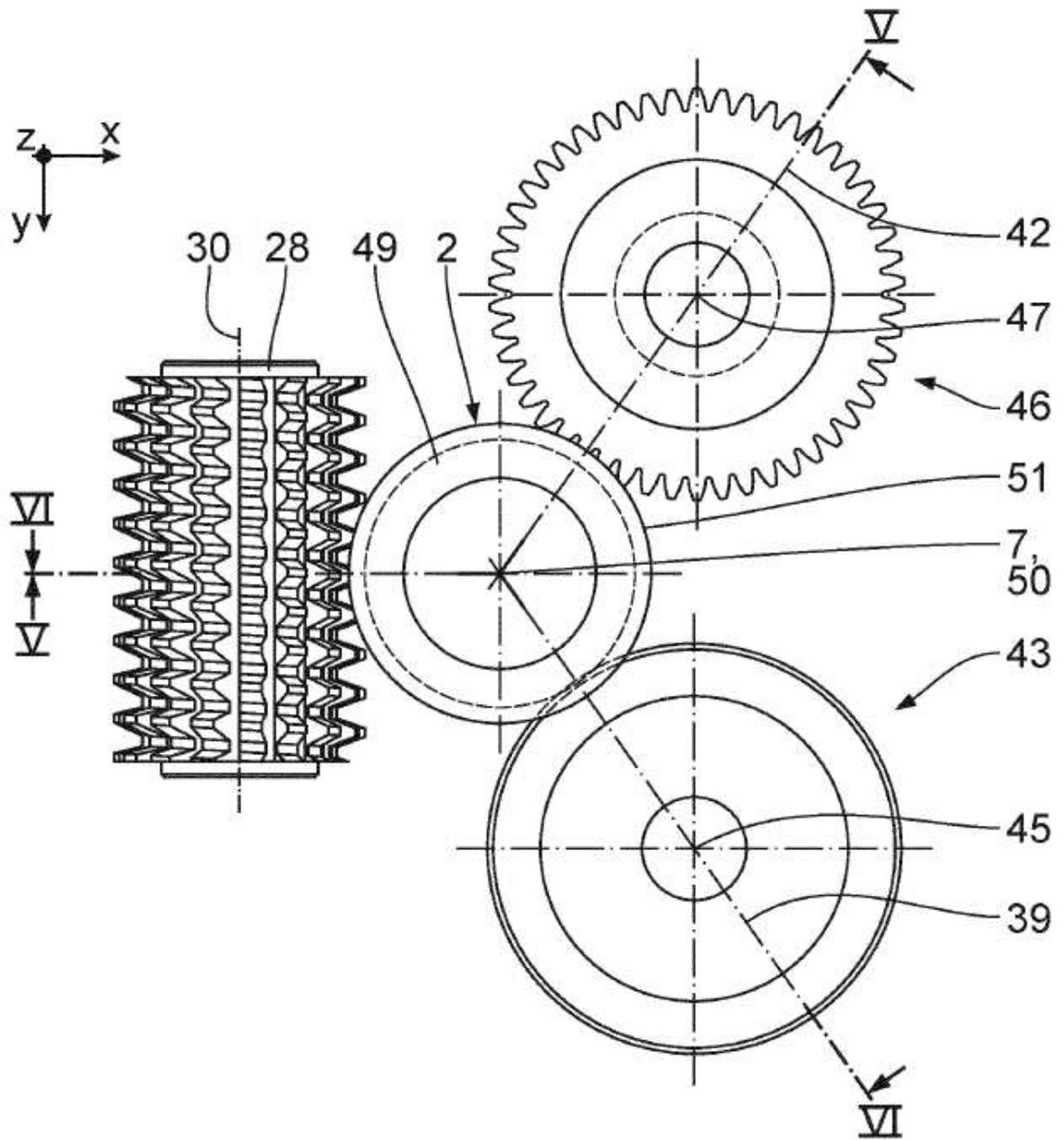


Fig. 4

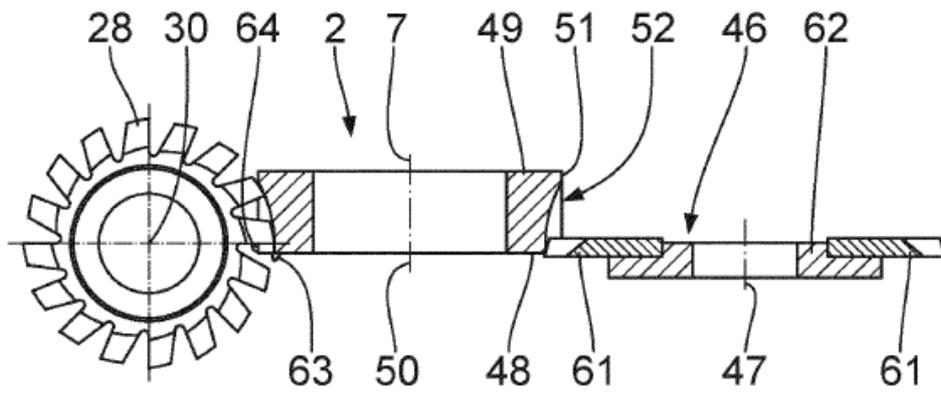


Fig. 5

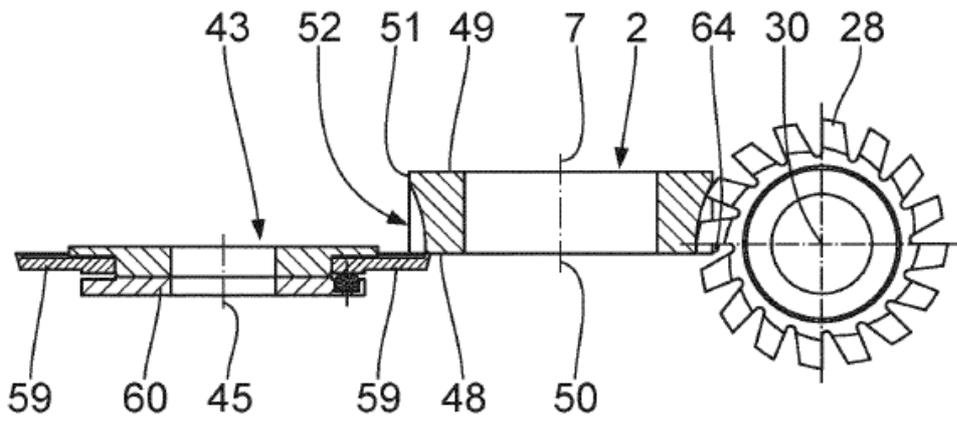


Fig. 6

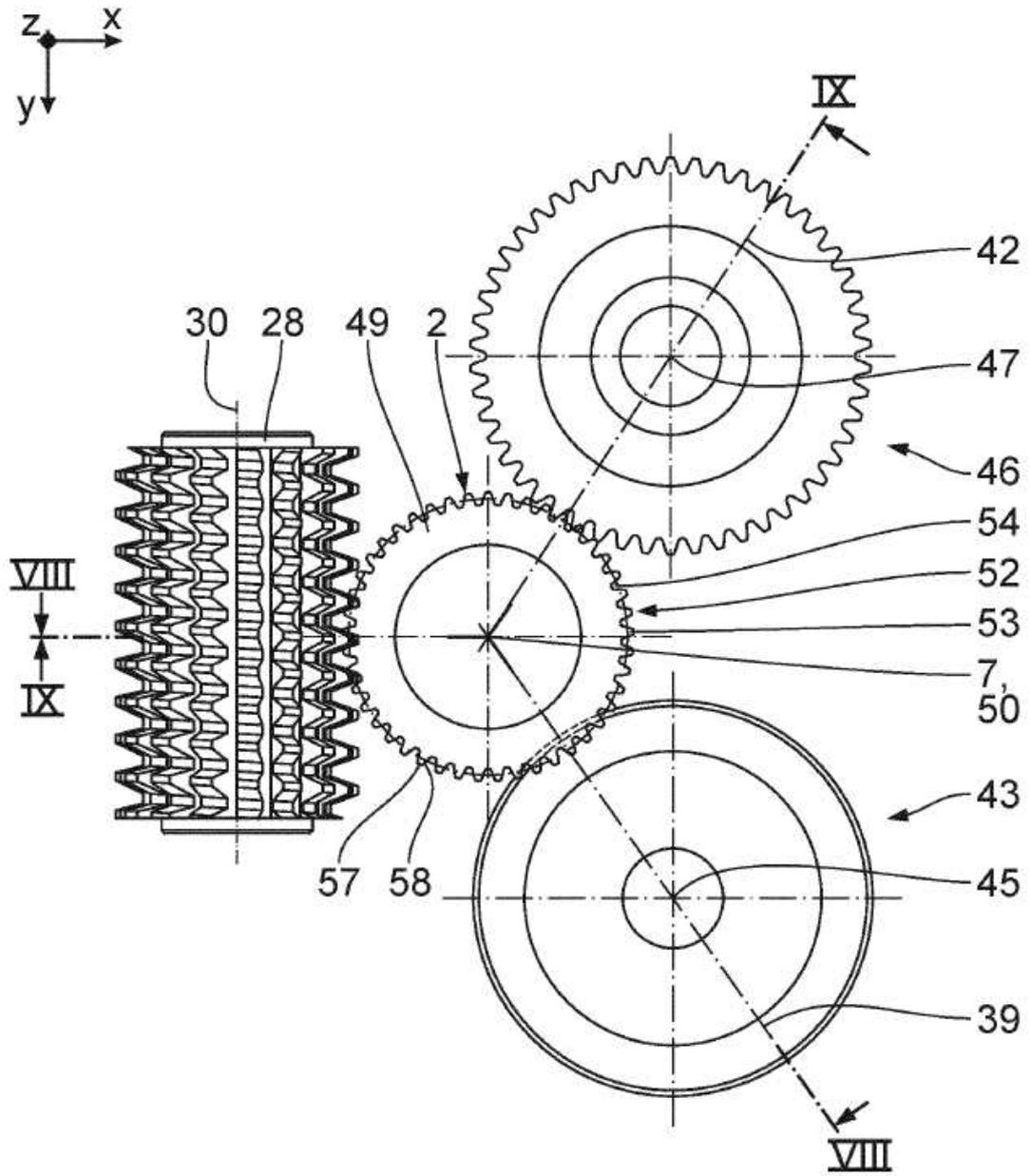


Fig. 7

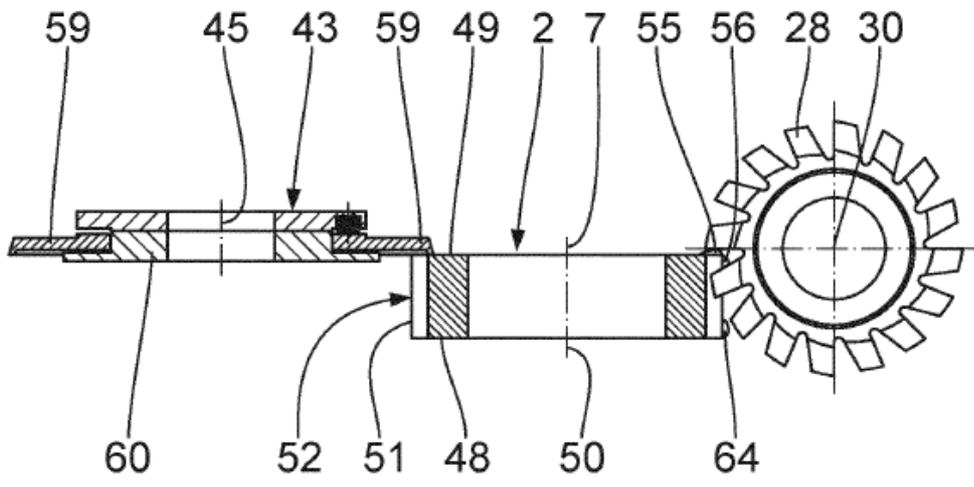


Fig. 8

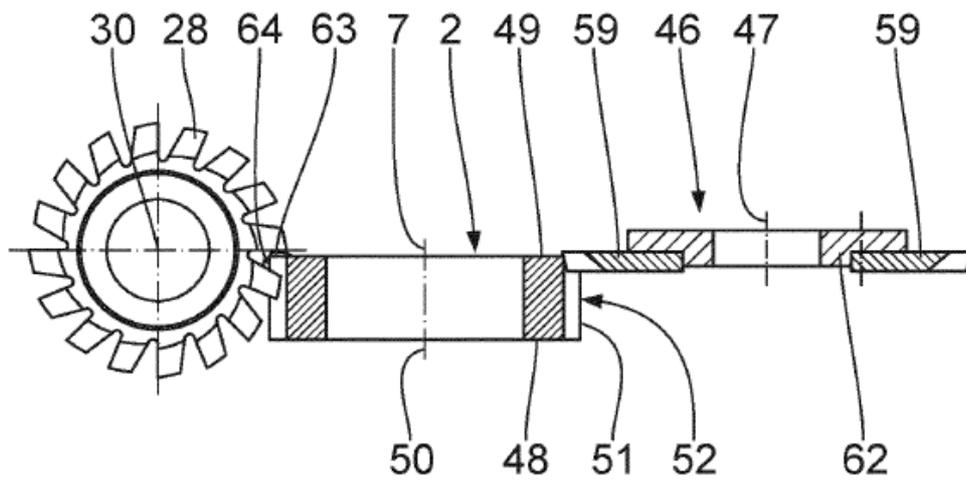


Fig. 9

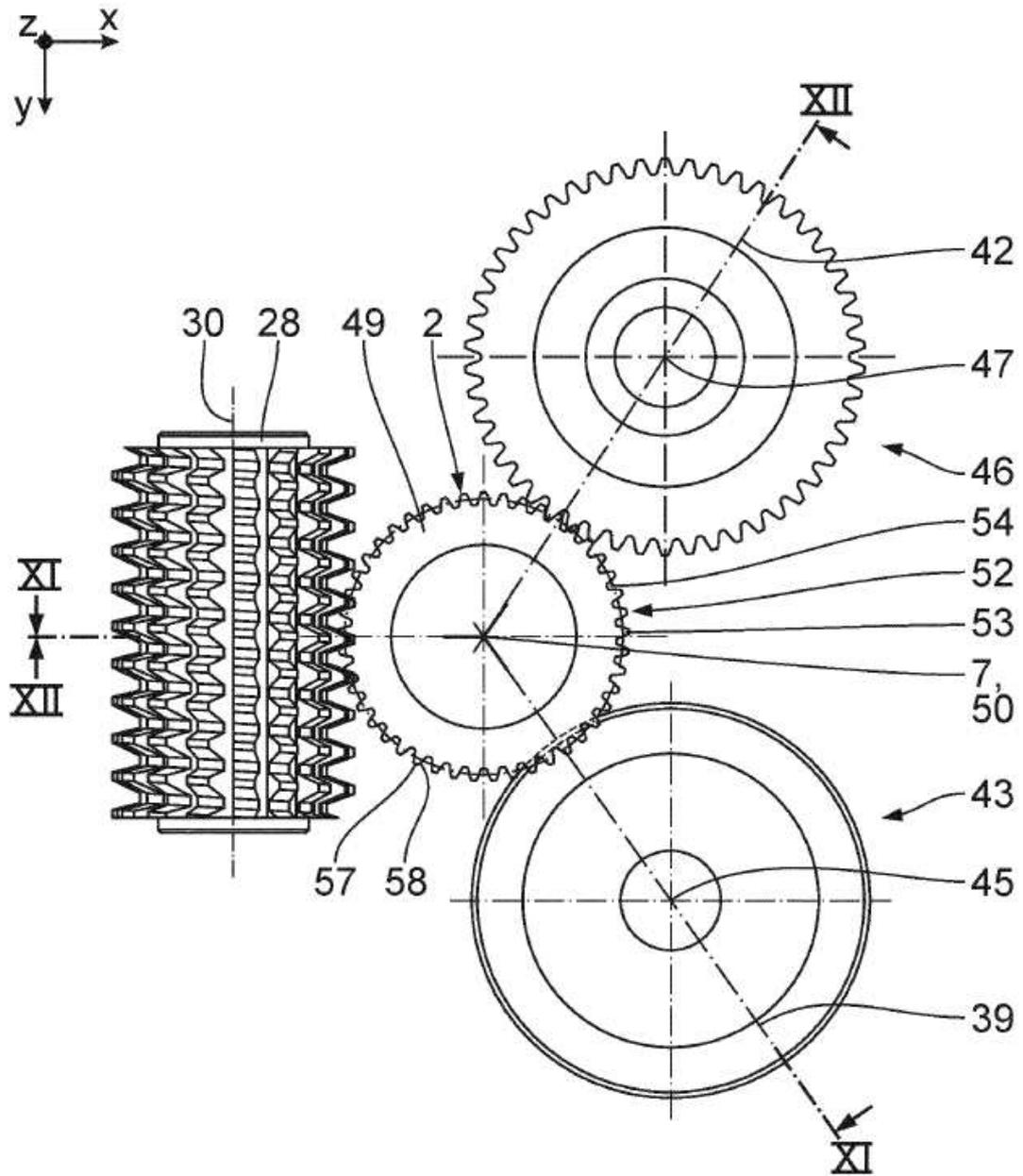


Fig. 10

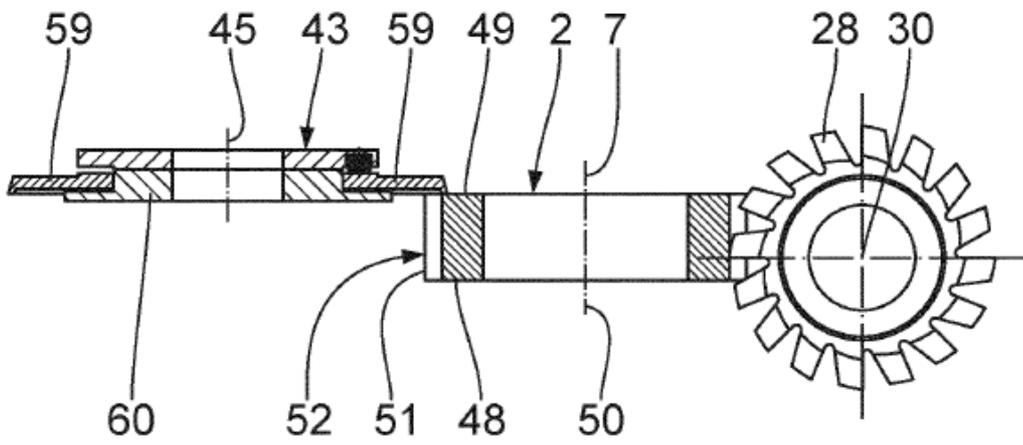


Fig. 11

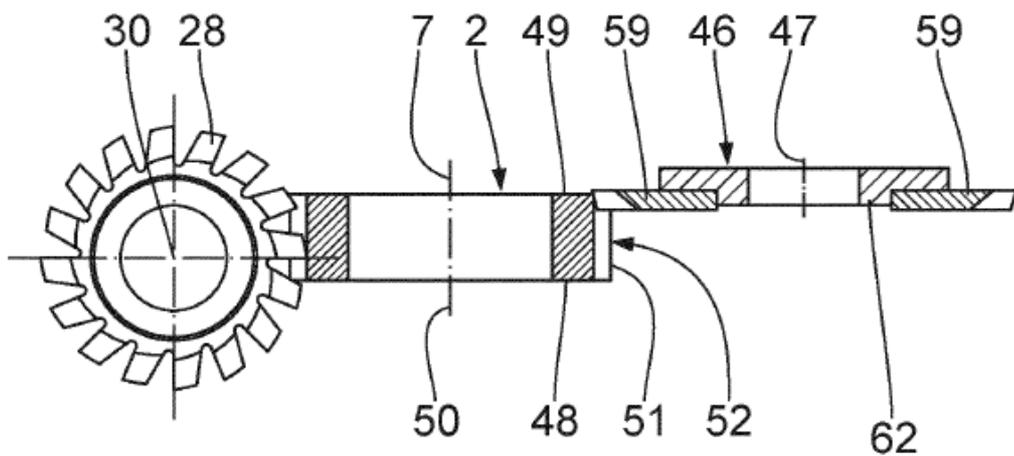


Fig. 12

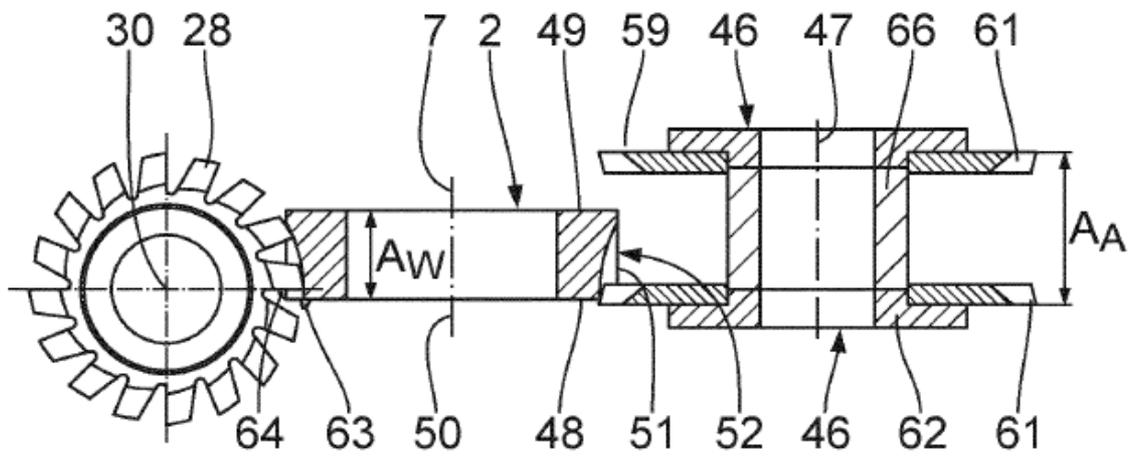


Fig. 13

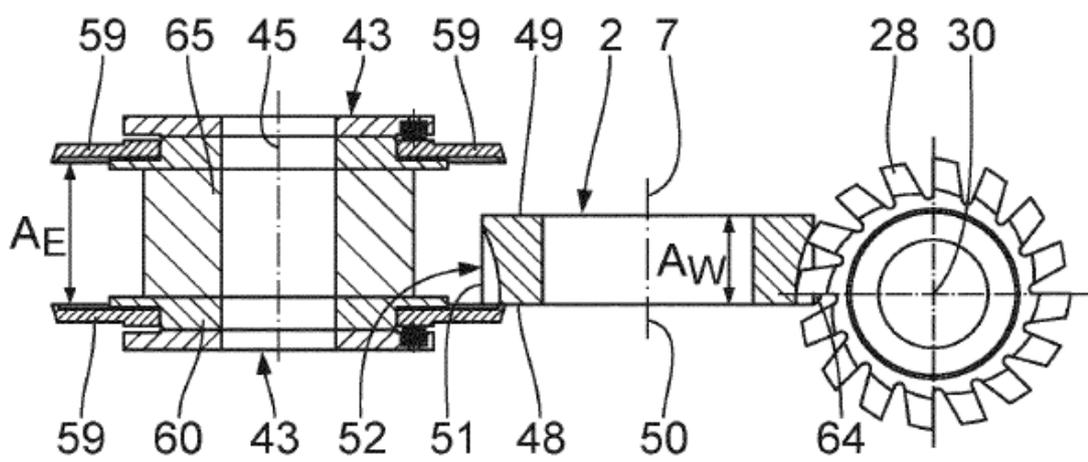


Fig. 14

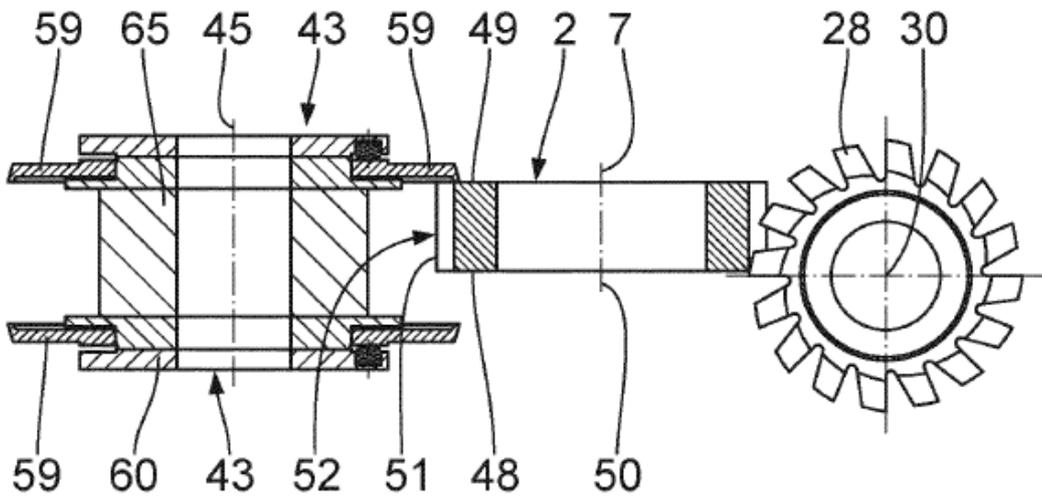


Fig. 15

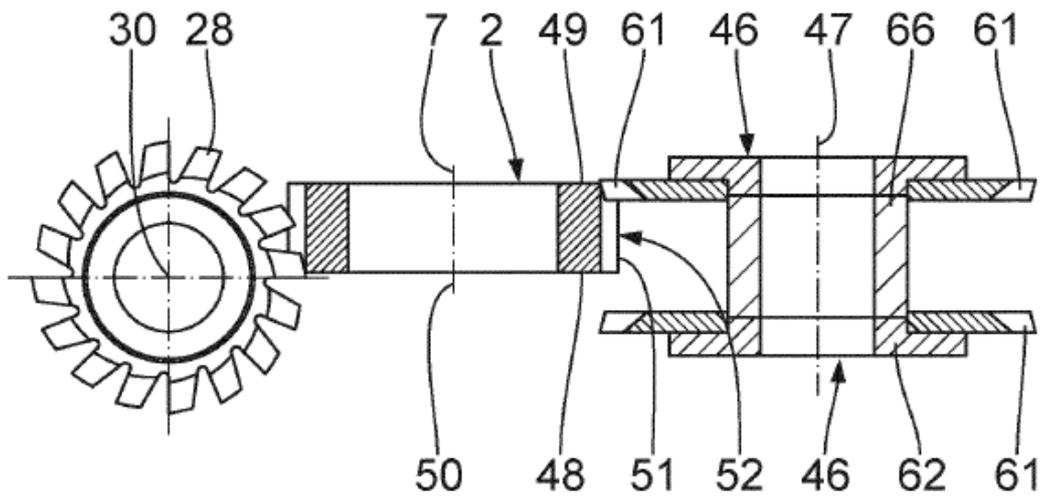


Fig. 16

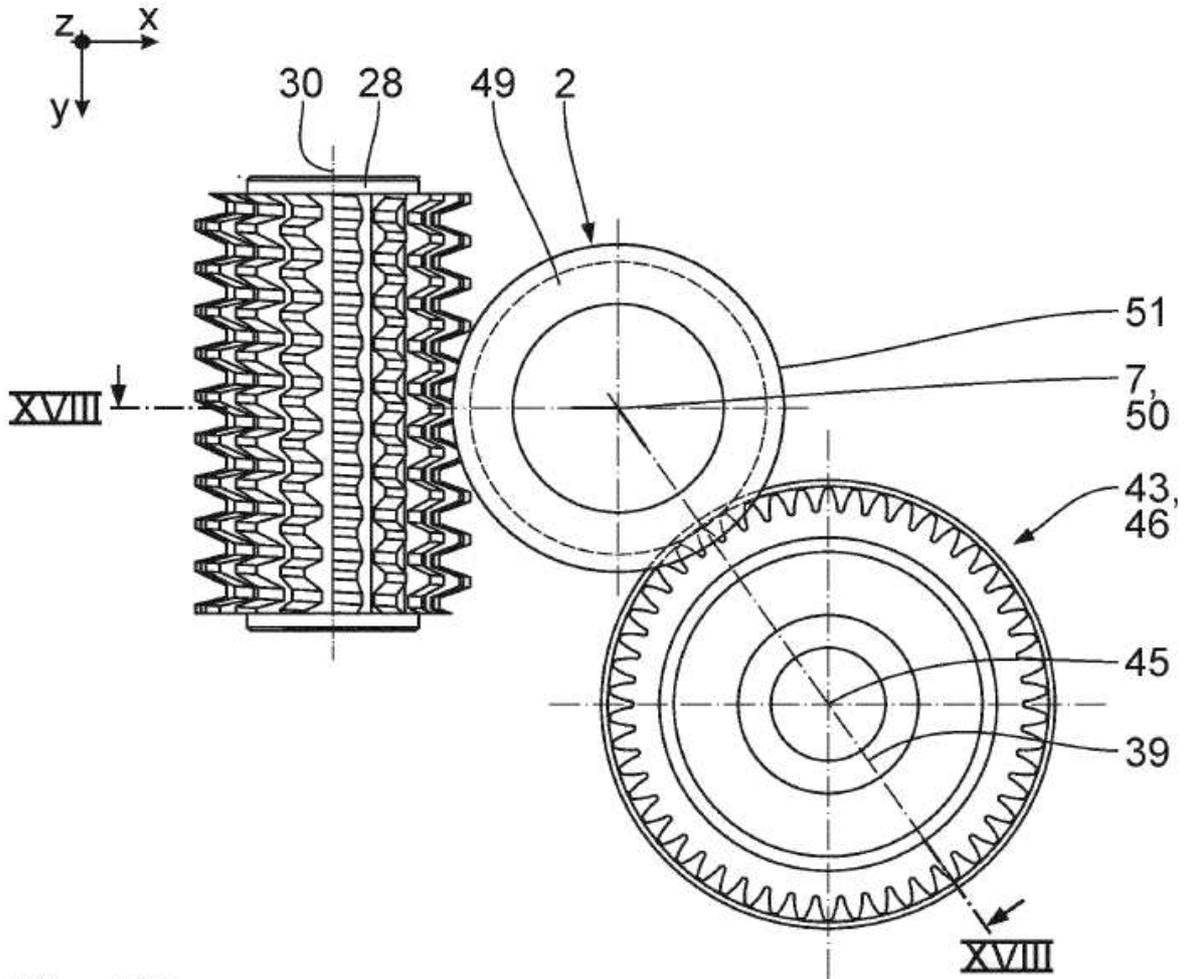


Fig. 17

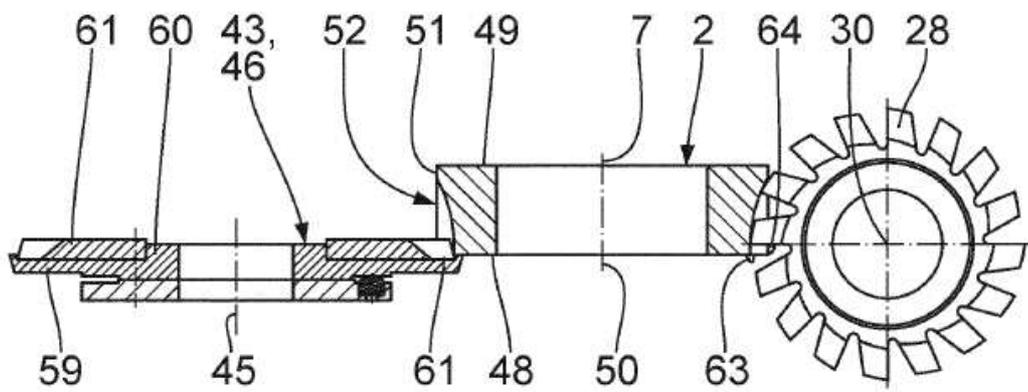


Fig. 18

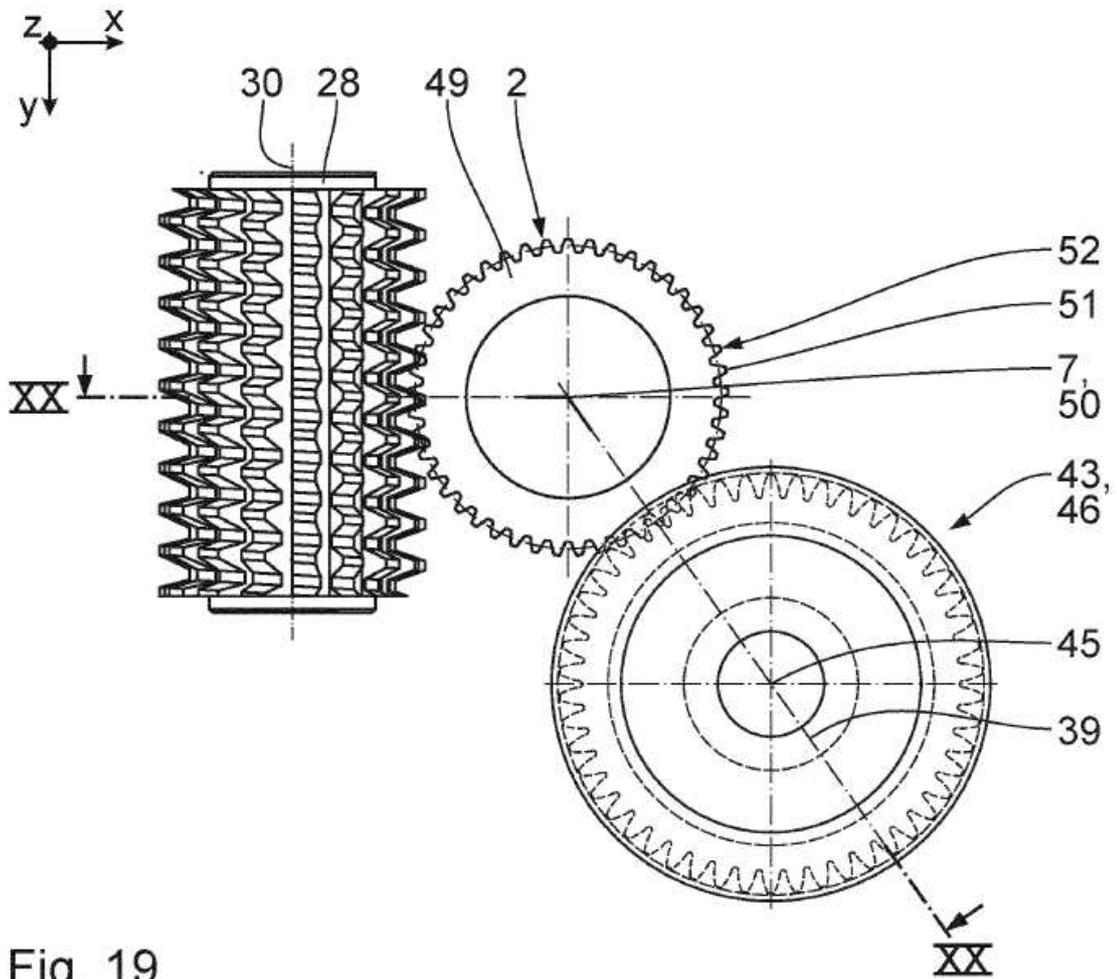


Fig. 19

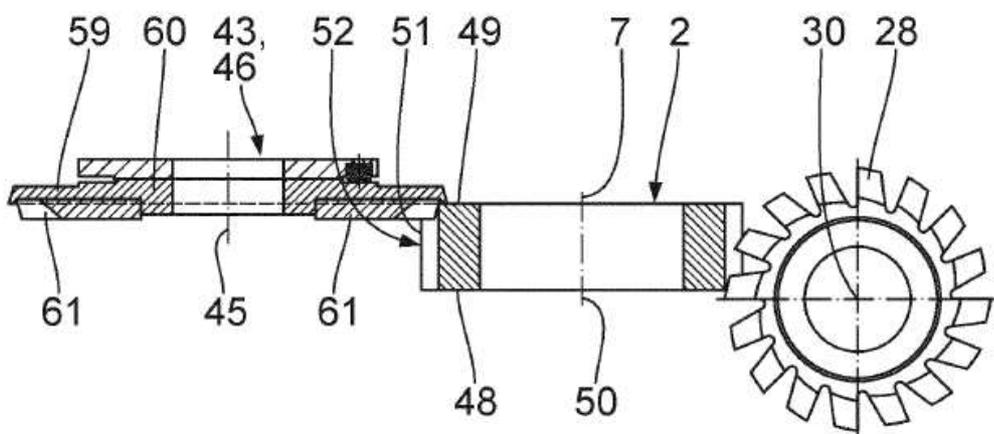


Fig. 20