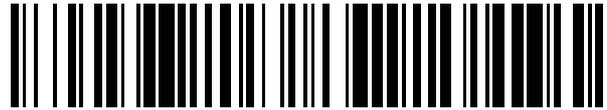


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 567 638**

51 Int. Cl.:

B23G 5/06 (2006.01)

B23G 7/02 (2006.01)

B23G 5/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.03.2007 E 07006500 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.02.2016 EP 1867421**

54 Título: **Procedimiento para producir una rosca en al menos dos etapas de trabajo**

30 Prioridad:

13.06.2006 DE 102006027611

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

25.04.2016

73 Titular/es:

**EMUGE-WERK RICHARD GLIMPEL GMBH &
CO.KG FABRIK FÜR PRÄZISIONSWERKZEUGE
(100.0%)
NÜRNBERGER STRASSE 96-100
91207 LAUF, DE**

72 Inventor/es:

**GLIMPEL, HELMUT y
HECHTLE, DIETMAR**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 567 638 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 producir una rosca en al menos dos etapas de trabajo

La invención concierne a un procedimiento según el preámbulo de la reivindicación 1 para producir una rosca en al menos dos etapas de trabajo. Un procedimiento de esta clase es conocido por el documento DE 10 2005 022503 A.

5 Para la producción de roscas o para la mecanización posterior de roscas se conocen procedimientos y herramientas de roscar que trabajan exclusivamente con arranque de virutas, exclusivamente sin virutas y tanto con arranque de virutas como sin virutas. La producción de roscas con arranque de virutas se basa en la erosión del material de la pieza de trabajo en la zona del filete de rosca (o del perfil de la rosca). La producción de roscas sin virutas se basa en la producción del filete de rosca en la pieza de trabajo por presión y por la conformación o deformación plástica así provocada de la pieza de trabajo. Una ventaja de la producción de roscas sin virutas en comparación con la producción de roscas con arranque de virutas es que, debido a la consolidación o compactación en la superficie, aumenta la dureza del material en la zona del perfil de la rosca y, por tanto, puede producirse una rosca más resistente al desgaste. Bajo el concepto de producción de roscas con arranque de virutas o con virutas caen los machos de roscar (véase el Manual de la Técnica del Roscado y la Técnica del Fresado, Editor: EMUGE-FRANKEN, Editorial: Publicis Corporate Publishing, Año de Aparición: 2004 (ISBN 3-89578-232-7), en lo que sigue designado solamente como "Manual EMUGE", capítulo 8, páginas 181 a 298) y las fresas de roscar (véase el Manual EMUGE, capítulo 10, páginas 325 a 372).

20 Un macho de roscar es una herramienta de corte de roscas que trabaja axialmente con respecto a su eje y cuyos filos están dispuestos a lo largo de una rosca exterior con el paso de la rosca que se debe producir. Al producir la rosca, se mueve el macho de roscar hacia dentro de un taladro de la pieza de trabajo con avance axial y con giro alrededor del eje de la herramienta con una velocidad de giro que depende de la velocidad de avance, estando sus filos permanentemente acoplados con la pieza de trabajo en la pared del taladro (corte continuo).

25 En la fresa de roscar están dispuestos varios dientes de fresado con filos de fresado en posiciones decaladas a lo largo del perímetro de la herramienta y/o axialmente con respecto al eje de la herramienta. Para la producción de la rosca se hace girar la fresa de roscar alrededor de su eje de herramienta propio y se la mueve con su eje de herramienta, por un lado, en un movimiento de avance lineal y adicionalmente, por otro lado, en un movimiento circular alrededor de un eje medio de la rosca a producir o del taladro previo de la pieza de trabajo, con lo que resulta un movimiento de forma helicoidal de la herramienta cuyo paso corresponde al paso de la rosca que se debe producir. Los filos de fresado de la fresa de roscar encajan intermitentemente uno tras otro en la pieza de trabajo (corte interrumpido).

30 Bajo el término de herramientas de producción de roscas sin virutas caen las llamadas terrajas (véase el Manual EMUGE, capítulo 9, páginas 299 a 324) y los llamados formadores de roscas circulares.

35 Las terrajas presentan en un vástago de herramienta un perfil exterior que se extiende alrededor del eje de la herramienta en forma de espiral o de hélice con el paso de la rosca a producir y que presenta una sección transversal aproximadamente poligonal. Las zonas de vértice del polígono generalmente redondeadas forman tacos de entallado o dientes de terrajado o cuñas de formación que entallan la rosca en la pieza de trabajo, por un lado, por deformación plástica y fluencia del material de la pieza de trabajo hacia dentro de los espacios intermedios entre el perfil exterior y, por otro lado, por compactación del material de la pieza de trabajo. Para la producción de una rosca interna en un taladro ya existente se introduce la terraja con un movimiento de avance lineal en dirección axial con respecto al eje de la herramienta y con giro de la herramienta alrededor del eje de ésta. Ejemplos de realización conocidos de tales terrajas (axiales) se encuentran también en los documentos DE 101 36 239 A1, DE 199 58 827 A1 o bien DE 39 34 621 C2.

45 Se conoce por el documento WO 02/094491 A1 un formador de roscas circulares y un procedimiento de formación circular para la producción de roscas sin virutas. Este formador de roscas circulares conocido es de construcción alargada y comprende una zona de trabajo con uno o varios perfiles periféricos anulares separados uno de otro por ranuras anulares y dotado de al menos tres respectivos tacos de entallado a la manera de un polígono. Esta herramienta se introduce en un taladro de mayor diámetro que el de la herramienta y realiza, aparte de un giro alrededor del eje propio de la herramienta, un movimiento circular a lo largo del perímetro del taladro, así como al mismo tiempo un movimiento de avance lineal hacia dentro del taladro y forma así la rosca sin virutas en el taladro en un movimiento de forma helicoidal. Otro formador circular y otro procedimiento de formación circular son conocidos por el documento DE 103 18 203 A1.

55 Por último, se conocen también procedimientos combinados con al menos dos etapas de trabajo para generar roscas internas, en los que en una etapa de trabajo se produce una rosca previa y en otra etapa de trabajo se termina la rosca interna por formación a partir de la rosca previa. Gracias a este procedimiento de dos o más etapas no tiene que producirse el volumen total del perfil de la rosca por una única herramienta de formación mediante una deformación plástica del material y se reducen la carga y el desgaste de la herramienta de formación. Gracias a la combinación de las etapas de fabricación por arranque de viruta y por conformación se pueden conseguir ventajas

con pasos de rosca grandes, materiales difícilmente fluyentes, consolidación de zonas de rosca y alisado de superficies de rosca.

5 Para este procedimiento combinado con varias etapas de trabajo puede emplearse en una primera variante una herramienta separada en cada etapa de trabajo. Se conoce por el documento DE 10 2004 033 772 A1 un procedimiento de esta clase en el que en una primera etapa de trabajo se produce previamente en la pieza de trabajo una rosca previa con virutas o sin virutas por medio de un macho de roscar, una fresa de roscar, por giro, pulido o arrollamiento, o bien por medio de una terraja, y en una segunda etapa de trabajo se efectúa la producción definitiva de la rosca previa sin virutas empleando una terraja o un formador circular, cuyas cuñas de formación se hincan en el fondo de la rosca previa. Las cuñas de formación se centran entonces por medio de ensanchamientos de sus flancos en la rosca previamente producida. Los flancos de la rosca previa producida en la primera etapa de trabajo permanecen inalterados en la segunda etapa de trabajo, ya que los ensanchamientos de los flancos de las cuñas de formación se aplican solamente a los flancos de la rosca previa para realizar el centrado, pero no deforman estos flancos. En la segunda etapa de trabajo se deforma adicionalmente el material de la pieza de trabajo tan sólo en la zona del fondo de la rosca previa que une los dos flancos de rosca. De este modo, en la segunda etapa de trabajo se terminan por formación y así se compactan y consolidan adicionalmente el fondo de rosca completo y también las zonas de los flancos de la rosca final que se unen directamente al fondo de la rosca y están dispuestas en prolongación de los flancos de la rosca previa, mientras que la zona predominante de los flancos de la rosca final ha sido ya producida completamente en la primera etapa de trabajo y no se ha mecanizado adicionalmente en la segunda etapa de trabajo.

20 En una segunda variante conocida de un procedimiento combinado con varias etapas de trabajo se emplea una herramienta combinada con una parte taladradora roscadora con arranque de virutas y una parte de terrajado en un vástago de herramienta que trabaja sin virutas y está decalada axialmente con respecto al eje de la herramienta y a la parte taladradora roscadora, cortándose una rosca previa en la pieza de trabajo por giro alrededor del eje de la herramienta y por avance axial en una primera etapa de trabajo de la parte taladradora roscadora y conformándose la rosca previa de manera prefijada hasta obtener la rosca definitiva en una segunda etapa de trabajo de la parte de terrajado subsiguiente. Por tanto, el macho de roscar corta previamente la rosca y la terraja sigue aterrajando parcialmente la rosca previamente cortada. Una herramienta combinada axial y un procedimiento de esta clase son conocidos por los documentos DE 70 17 590 U y DE 196 49 190 C2.

30 Según el documento DE 196 49 190 C2, se produce la rosca mediante arranque de virutas, con perfil y dimensiones exactos, primeramente con el macho de roscar de la herramienta combinada en los flancos de rosca y a continuación se compacta solamente sin virutas el fondo de esta rosca previamente cortada con la terraja inmediatamente siguiente hasta alcanzar un diámetro final predeterminado. Se pueden producir así sobre todo los primeros filetes de rosca a continuación de un corte inicial de rosca de una manera más resistente a las vibraciones y menos amenazada de rotura. En la segunda etapa de trabajo los dos flancos de rosca cortados por el macho de roscar en la primera etapa de trabajo permanecen completamente inalterados. El material de la pieza de trabajo en el fondo de la rosca no es puesto en estado de fluencia, sino que únicamente es cortado y luego es tan sólo compactado.

40 Se conoce por el documento DE 70 17 590 U1 una herramienta combinada para producir roscas internas con un macho de corte de roscas configurado como cortador previo o central y construido como una parte de herramienta delantera para el corte previo de la rosca, y una terraja adyacente en la dirección de trabajo y construida como parte de herramienta trasera para la mecanización de acabado de la rosca.

La invención se basa ahora en el problema de indicar un nuevo procedimiento para producir una rosca en al menos dos etapas de trabajo.

Este problema se resuelve según la invención con las características de la reivindicación 1.

45 El procedimiento para producir una rosca en una pieza de trabajo según la reivindicación 1 comprende los pasos de procedimiento siguientes:

- a) producir en la pieza de trabajo una rosca previa, con un perfil de rosca previa con dos flancos de rosca previa y un fondo de rosca previa que une los dos flancos de rosca previa, por erosión del material de la pieza de trabajo (o con arranque de virutas, con virutas) en al menos una primera etapa de trabajo (o etapa de proceso),
- 50 b) producir una rosca final, con un perfil de rosca final que presenta en general dos flancos de rosca final y un fondo de rosca final que une los dos flancos de rosca final, por entallado plástico (o formación o conformación sin virutas) del material de la pieza de trabajo al menos en una zona parcial del perfil de rosca previa, por medio al menos un perfil de formación de rosca que presenta dos flancos y una zona de fondo que une los dos flancos, efectuándose el entallado en una medida igual a un volumen de entallado prefijado o prefijable,
- 55 c) estando inclinado al menos uno de los flancos de rosca previa al menos en una zona parcial del flanco bajo un primer ángulo de inclinación (o ángulo de pendiente) con respecto a un eje medio (o a un eje de referencia que

atraviesa el perfil) del perfil de rosca previa y estando inclinado al menos uno de los flancos del perfil de rosca previa al menos en una zona parcial del flanco bajo un segundo ángulo de inclinación con respecto a un eje medio del perfil de formación de rosca, y

d) siendo el primer ángulo de inclinación y el segundo ángulo de inclinación diferentes uno de otro.

5 Por tanto, en al menos una primera etapa de trabajo se produce primeramente una rosca previa en la pieza de trabajo por arranque de virutas o por erosión del material y luego en al menos una segunda etapa de trabajo se mecaniza posteriormente la rosca previa, sin erosión del material, solamente por entallado plástico de una herramienta de formación de rosca y por la deformación permanente así producida del material de la pieza de trabajo, se mecaniza adicionalmente la rosca previa y se la sigue formando o se la conforma para obtener una rosca final. Por tanto, en otras palabras, mediante el entallado plástico para producir la rosca final en la segunda etapa de trabajo se ejerce sobre la superficie de la pieza de trabajo por medio de la herramienta una presión tan alta que, además de una deformación puramente elástica, resulta una conformación plástica deliberada del material de la pieza de trabajo en la zona de la rosca, que a su vez conduce a un agrandamiento del volumen en el perfil de la rosca final con respecto al perfil de la rosca previa. En entallado plástico o la conformación produce una consolidación de la estructura en el material de la pieza de trabajo en las zonas afectadas del perfil de la rosca y en general origina también una fluencia del material de la pieza de trabajo cuando la presión ejercida es superior al límite de fluencia del material de la pieza de trabajo. Tanto los procesos de consolidación como los procesos de fluencia conducen por sí solos o en combinación a la reducción pretendida del volumen del material de la pieza de trabajo y al agrandamiento complementario del volumen del perfil de la rosca.

20 La invención se basa ahora en la nueva consideración de sintonizar el perfil de la rosca previa y el perfil de formación de rosca uno con otro de modo que al menos en algunas zonas parciales los flancos de la rosca previa presenten un ángulo de pendiente o ángulo de inclinación distinto del que tienen los flancos de la rosca del perfil de formación de rosca para formar adicionalmente la rosca previa.

25 El volumen de entallado se fija aquí preferiblemente mediante la adaptación de un perfil de formación de rosca o un perfil activo de la herramienta de formación de rosca al perfil de rosca previa anteriormente producido y se obtiene especialmente como volumen diferencia de las respectivas dimensiones del perfil de rosca previa y del perfil de formación de rosca menos un volumen de reposición eventual y en general relativamente pequeño debido a la recuperación elástica del material de la pieza de trabajo.

30 Un perfil de rosca, sea el perfil de rosca previa, el perfil de formación de rosca o el perfil de rosca final, se define aquí de la manera usual como el contorno de una sección transversal del filete de rosca perpendicularmente a su evolución en forma de espiral o de hélice o como el contorno de una sección longitudinal a través del filete de rosca en un plano de sección que contiene el eje medio de la rosca.

35 Por tanto, los flancos de la rosca final del perfil de rosca final se extienden al menos seccionalmente dentro del material de la pieza de trabajo en mayor medida que aquella en la que antes se extendía el perfil de rosca previa o bien el perfil de rosca final es mayor que el perfil de rosca previa al menos en una zona parcial de los flancos de la rosca alrededor del volumen desalojado durante la conformación.

El perfil de rosca previa y/o el perfil de formación de rosca pueden ser producidos o constituidos por un perfil único o bien una superposición de varios perfiles individuales como perfil activo resultante.

40 Una herramienta o un juego de herramientas para producir roscas en piezas de trabajo, con las que se puede realizar el procedimiento según la invención, comprende

a) al menos una zona de corte de rosca que trabaja con arranque de viruta, con un perfil de corte de rosca para producir una rosca previa, cuyo perfil de rosca previa presenta dos flancos de rosca previa y un fondo de rosca previa que une los dos flancos de rosca previa, y

45 b) al menos una zona de formación de rosca que trabaja sin virutas, con un perfil de formación de rosca que presenta dos flancos y una zona de fondo de rosca que une los dos flancos, para formar adicionalmente la rosca previa por entallado plástico del material de la pieza de trabajo al menos en una zona parcial de los flancos de rosca previa en una medida igual a un volumen de entallado prefijado o prefijable,

50 c) estando configuradas la zona o las zonas de corte de rosca y la zona o las zonas de formación de rosca en una herramienta común y estando dichas zonas decaladas una de otra en dirección axial con respecto al eje de la herramienta,

d) estando inclinado al menos uno de los flancos de rosca previa, al menos en una zona parcial de flanco, bajo un primer ángulo de inclinación con respecto al eje medio y estando inclinado al menos uno de los flancos del perfil de formación de rosca, al menos en una zona parcial de flanco, bajo un segundo ángulo de inclinación con respecto a un eje medio, y

e) siendo el primer ángulo de inclinación y el segundo ángulo de inclinación diferentes uno de otro.

La producción del perfil de rosca previa y la formación adicional del perfil de rosca previa para convertirlo en el perfil de rosca final en las dos etapas de trabajo pueden efectuarse con herramientas diferentes o bien con una herramienta combinada común.

5 La herramienta o las herramientas o la zona o las zonas de herramienta para producir la rosca previa en la primera etapa de trabajo pueden comprender especialmente un macho de roscar y/o una fresa de roscar y la herramienta o las herramientas o la zona o las zonas de herramienta para la formación de acabado de la rosca final en la segunda etapa de trabajo pueden comprender una terraja y/o un formador de rosca circular.

10 Para introducir o ensartar la zona de formación de rosca siguiente, ésta puede presentar una zona de introducción o una rosca de introducción con un perfil adaptado al perfil de rosca previa y/o puede estar prevista una compensación de presión blanda o una programación negativa para compensar la tracción en el medio de sujeción de la herramienta.

15 Asimismo, se pueden producir un principio de rosca definido de la rosca previa en la pieza de trabajo y un ensartado exacto de la zona de formación de rosca siguiente en este principio de rosca mediante la determinación de la posición de giro de la herramienta o las herramientas.

Mediante esta combinación de etapas de fabricación bajo arranque de virutas y conformación se pueden especialmente

- producir roscas por formación incluso en materiales difícilmente fluyentes o conformables, como, por ejemplo, fundición gris (parcialmente o en la mecanización final),

20 - reducir las fuerzas del proceso,

- producir también por conformación roscas con grandes pasos de rosca, especialmente hasta 6 mm, y/o grandes secciones transversales de mecanización (en la mecanización final),

- evitar o reducir una llamada formación de garras a pesar de la mecanización final de conformación y mantener así el núcleo de tuerca o el diámetro del núcleo dentro de estrechas tolerancias,

25 - conseguir una consolidación y un aumento de la resistencia a la fatiga y de la resistencia dinámica de las roscas, al menos de sus zonas de rosca definitivamente formadas,

- lograr un alisado de las superficies de rosca, al menos en las zonas conformadas.

Ejecuciones y perfeccionamientos ventajosos según la invención se desprenden de las reivindicaciones subordinadas a la reivindicación 1.

30 Con el procedimiento según la invención se pueden fabricar en dos o varias etapas todos los tipos de rosca corrientes, incluyendo roscas métricas (por ejemplo, según DIN o ISO), roscas de tubos, roscas MJ US unificadas, roscas UNJ US, roscas cónicas, roscas cilíndricas, roscas trapezoidales, roscas redondas, roscas en dientes de sierra, roscas Whitworth y también roscas especiales, como roscas de circulación de bolas o roscas de autobloqueo.

35 Se explica seguidamente la invención con más detalle ayudándose de ejemplos de realización y haciendo referencia a los dibujos. Muestran siempre en una sección longitudinal:

La figura 1, una primera forma de realización de un perfil de rosca previa cortado y un perfil de formación adicional de rosca,

La figura 2, la superposición de los dos perfiles de rosca según la figura 1 y el perfil de rosca final resultante de ella,

40 La figura 3, una segunda forma de realización de un perfil de rosca previa cortado y un perfil de formación adicional de rosca,

La figura 4, la superposición de los dos perfiles según la figura 3 y el perfil de rosca final resultante de ella,

La figura 5, una tercera forma de realización de un perfil de rosca cortado y un perfil de formación adicional de rosca,

La figura 6, la superposición de los dos perfiles según la figura 5 y el perfil de rosca final resultante de ella,

45 La figura 7, una cuarta forma de realización de un perfil de rosca previa cortado y un perfil de formación adicional de rosca,

La figura 8, la superposición de los dos perfiles según la figura 7 y el perfil de rosca final resultante de ella,

- La figura 9, una quinta forma de realización de un perfil de rosca previa cortado y un perfil de formación adicional de rosca,
- La figura 10, la superposición de los dos perfiles según la figura 9 y el perfil de rosca final resultante de ella,
- 5 La figura 11, una quinta forma de realización de un perfil de rosca previa cortado y un perfil de formación adicional de rosca,
- La figura 12, la superposición de los dos perfiles según la figura 11 y el perfil de rosca final resultante de ella,
- La figura 13, una sexta forma de realización de un perfil de rosca previa cortado y un perfil de formación adicional de rosca,
- La figura 14, la superposición de los dos perfiles según la figura 13 y el perfil de rosca final resultante de ella,
- 10 La figura 15, una séptima forma de realización de un perfil de rosca previa cortado y un perfil de formación adicional de rosca,
- La figura 16, la superposición de los dos perfiles según la figura 15 y el perfil de rosca final resultante de ella,
- La figura 17, una octava forma de realización de un perfil de rosca previa cortado y un perfil de formación adicional de rosca,
- 15 La figura 18, la superposición de los dos perfiles según la figura 17 y el perfil de rosca final resultante de ella,
- La figura 19, una novena forma de realización de un perfil de rosca previa cortado y un perfil de formación adicional de rosca,
- La figura 20, la superposición de los dos perfiles según la figura 19 y el perfil de rosca final resultante de ella,
- 20 La figura 21, una décima forma de realización de un perfil de rosca previa cortado y un perfil de formación adicional de rosca,
- La figura 22, la superposición de los dos perfiles según la figura 21 y el perfil de rosca final resultante de ella,
- La figura 23, una undécima forma de realización de un perfil de rosca previa cortado y un perfil de formación adicional de rosca,
- La figura 24, la superposición de los dos perfiles según la figura 23 y el perfil de rosca final resultante de ella,
- 25 La figura 25, una duodécima forma de realización de un perfil de rosca previa cortado y un perfil de formación adicional de rosca,
- La figura 26, la superposición de los dos perfiles según la figura 25 y el perfil de rosca final resultante de ella,
- La figura 27, una decimotercera forma de realización de un perfil de rosca previa cortado y un perfil de formación adicional de rosca,
- 30 La figura 28, la superposición de los dos perfiles según la figura 27 y el perfil de rosca final resultante de ella,
- La figura 29, una decimocuarta forma de realización de un perfil de rosca previa cortado y un perfil de formación adicional de rosca,
- La figura 30, la superposición de los dos perfiles según la figura 29 y el perfil de rosca final resultante de ella,
- La figura 31, un perfil de rosca final según la figura 30 como rosca de circulación de bolas y
- 35 Las figuras 32 a 37, diferentes instantáneas de un proceso de trabajo para producir una rosca previa con una fresa de rosca circular.
- Las partes y los tamaños mutuamente correspondientes están provistos de los mismos símbolos de referencia en las figuras 1 a 37.
- 40 En el ejemplo de realización según las figuras 1 y 2 el perfil de rosca previa 21 producido o cortado con arranque de virutas en una primera etapa de trabajo del procedimiento es una rosca interna en una superficie 50A de la pieza de trabajo 50, que es la superficie interior de un taladro. Ambos flancos de rosca 21A y 21B del perfil de rosca previa 21 están subdivididos en dos zonas de flanco parciales lineales 21E y 21F o 21G y 21H de pendiente diferente por un plano de separación dibujado con línea de trazos que discurre paralelamente a la superficie 50A de la pieza de trabajo 50, cuyo punto de intersección con el flanco 21A está designado con P1 y cuyo punto de intersección con el

5 flanco 21B está designado con P2. Las zonas de flanco parciales exteriores 21E y 21G de los flancos de rosca 21A y 21B, que discurren desde la superficie 50A de la pieza de trabajo 50 hasta los respectivos puntos de transición P1 y P2, están dirigidas una hacia otra bajo un ángulo de abertura α_1 o forman este ángulo α_1 , mientras que las zonas de flanco parciales interiores adyacentes 21F y 21H de los flancos de rosca 21A y 21B, que discurren desde los puntos de transición P1 o P2 hasta el fondo de rosca 21C, están dirigidas una hacia otra bajo un ángulo mayor α_2 , es decir, $\alpha_2 > \alpha_1$. La zona de flanco parcial exterior 21E y 21G forma un ángulo de $180^\circ - (\alpha_1 + \alpha_2)/2$ con la zona de flanco parcial interior correspondiente 21F y 21H en el punto de transición P1 o P2 y, a causa del plano de separación exterior situado relativamente lejos, es más corta que la zona de flanco parcial interior 21F o 21H. El perfil de rosca previa 21 presenta un eje medio M1 y en la figura 1 es simétrica con respecto a este eje medio M1. El fondo de rosca 21C está redondeado, estando en particular configurado en forma circular.

10 En el lado derecho de la figura 1 está representado un perfil de formación de rosca correspondiente 22 para la mecanización adicional de formación del perfil de rosca previa 21. En el perfil de formación de rosca 22 los flancos 22A y 22B están subdivididos también en dos zonas de flanco parciales lineales 22E y 22F o 22G y 22H en los puntos de transición P1 y P2 definidos por la línea de separación T igual o dispuesta con el mismo radio r, formando las zonas de flanco parciales exteriores 22E y 22G el ángulo β_1 y formando las zonas de flanco parciales interiores 22F y 22H el ángulo β_2 y siendo $\beta_2 > \beta_1$. La zona de flanco parcial exterior 22E y 22G forma un ángulo de $180^\circ - (\beta_1 + \beta_2)/2$ con la zona de flanco parcial interior correspondiente 22F y 22H en el punto de transición P1 o P2. El perfil de formación de rosca 22 presenta un eje medio M2 y es simétrico en la figura 1 con respecto a este eje medio M2.

15 La zona de fondo de rosca 22C del perfil de formación de rosca 22 está redondeada y es mayor en su longitud (o anchura en sección transversal) que el fondo de rosca 21C del perfil de rosca previa 21. En la herramienta la zona de fondo de rosca 22C es la zona exterior radialmente más alejada o la superposición de las cabezas de los dientes de formación, y en el perfil complementario formado en la pieza de trabajo es el fondo de rosca o la zona más profunda en la pieza de trabajo. La zona de fondo de rosca 22C del perfil de formación de rosca 22 está dispuesta ahora más al exterior en dirección radial, es decir, en la dirección del radio r, en la medida de una diferencia radial o una distancia radial ΔR , o bien presenta una aproximación radial mayor correspondiente hacia dentro de la pieza de trabajo que la del perfil de rosca previa 21.

20 La superposición de los dos perfiles 21 y 22 en las etapas de procedimiento consecutivas, es decir, primeramente la producción con virutas del perfil de rosca previa 21 y seguidamente la mecanización adicional de formación del perfil de rosca previa 21 por el perfil de formación de rosca 22, está representada en el lado izquierdo de la figura 2 y el perfil de rosca final resultante 23 está representado en el lado derecho de la figura 2. El ángulo de abertura α_1 de las zonas de flanco parciales exteriores 21E y 21G del perfil de rosca previa 21 es mayor que el ángulo de abertura β_1 de las zonas de flanco parciales exteriores 22E y 22G del perfil de formación de rosca 22, es decir que $\alpha_1 > \beta_1$, y el ángulo de abertura α_2 de las zonas de flanco parciales interiores 21F y 21H del perfil de rosca previa 21 es mayor que el ángulo de abertura β_2 de las zonas de flanco parciales interiores 22F y 22H del perfil de formación de rosca 22, es decir que $\alpha_2 > \beta_2$. Los ejes medios M1 y M2 de los dos perfiles superpuestos 21 y 22 se ponen en coincidencia o concordancia y el eje medio resultante del perfil de rosca final 23 se ha designado con M y coincide en la figura 2 con los ejes medios M1 y M2. De este modo, el perfil de rosca final 23 es también simétrico con respecto a su eje medio M.

25 Mediante deformación en frío y fluencia del material, así como consolidación, se entalla adicionalmente en la pieza de trabajo 50 con el perfil de formación de rosca 22, en ambos flancos, una respectiva diferencia de volumen o un volumen de entallado ΔVA y ΔVB . El volumen de entallado ΔVA en el flanco 21A y ΔVB en el flanco 21B del perfil de rosca previa 21 está situado entre las zonas de flanco parciales interiores 21F y 21H del perfil de rosca previa 21 por un lado, y 22F y 22H del perfil de formación de rosca 22, por otro lado, y adicionalmente entre los puntos de transición P1 y P2, por un lado, y el fondo de rosca 21C, por otro lado, y aumenta entre los puntos P1 y P2 y el fondo de rosca 21C o 33C de la rosca final 33 hacia el fondo de rosca 21C o 33C de conformidad con la diferencia de inclinación $\alpha_2 - \beta_2$ de las zonas de flanco parciales interiores. La distancia radial ΔR del fondo de rosca 21C y de la zona de fondo de rosca 22C se ha elegido de modo que el volumen de entallado ΔVC entallado en el fondo de rosca 21C de la rosca previa 21, referido a la longitud de encaje del perfil, está adaptada al volumen de entallado subsiguiente ΔVA y ΔVB en los flancos 21A y 21B.

30 El fondo de rosca 23C y las zonas de flanco parciales interiores adyacentes 23F y 23H del perfil de rosca final 33 se han producido así por formación, cumpliéndose que, debido al volumen de entallado creciente hacia el fondo de rosca 33C, la compactación es máxima en el propio fondo de rosca 33C, lo cual está insinuado por la línea doble de puntos que representa la consolidación más alta (más líneas significan más consolidación).

35 En el ejemplo de realización según la figura 3 y la figura 4 se tiene que, en contraste con el ejemplo de realización según las figuras 1 y 2, la línea de separación T representada a trazos con los dos puntos de transición o de intersección P1 y P2 se ha desplazado más hacia dentro en dirección al fondo de la rosca. De este modo, las dos zonas de flanco parciales interiores 31F del flanco 31A y 31H del flanco 31B del perfil de rosca previa 31, y de manera correspondiente las dos zonas de flanco parciales interiores 32F del flanco 32A y 32H del flanco 32B del

perfil de formación de rosca 32 son más cortas que las zonas de flanco parciales exteriores correspondientes 31E y 31G del perfil de rosca previa 31 o 32E y 32G del perfil de formación de rosca 32. Además, la distancia radial ΔR entre las zonas de fondo de rosca 31C y 32C de los perfiles 31 y 32 se ha elegido algo más pequeña que en las figuras 1 y 2.

5 Resultan así entre los puntos P1 y P2 y el fondo de rosca 33C de la rosca final 33 un volumen de entallado ΔVA en el flanco 33A y ΔVB en el flanco 33B, creciente hacia el fondo de rosca 33C, y, además, un volumen de entallado ΔVC en el propio fondo de rosca 33C que corresponde a la distancia radial ΔR . El fondo de rosca 33C y las zonas de flanco parciales adyacentes 33F y 33H del perfil de rosca final 33 se han producido así por formación. Debido al
 10 volumen de entallado creciente hacia el fondo de rosca 33C la consolidación es máxima en el propio fondo de rosca 33C, lo que se ha insinuado por medio de la línea doble de puntos. En las figuras 3 y 4 se cumple también que $\alpha_2 > \beta_2$ y $\alpha_1 > \beta_1$, y los perfiles 31, 32 y 33 son simétricos con relación a sus respectivos ejes medios M1, M2 y M, que coinciden nuevamente.

En el ejemplo de realización según la figura 5 y la figura 6 la línea de separación T está dispuesta más hacia fuera que en las figuras 1 a 4 y, debido a los puntos de transición P1 y P2 situados así más al exterior entre las zonas de
 15 flanco parciales 41E y 41F, así como 41G y 41H en el perfil de rosca previa 41 y 42E y 42F, así como 42G y 42H en el perfil de formación de rosca 42, resultan mayores volúmenes de entallado ΔVA y ΔVB en los flancos 41A y 41B del perfil de rosca previa 41. La distancia radial ΔR y, por tanto, el volumen ΔVC entallado en el fondo de rosca 41C de la rosca previa 41 está nuevamente adaptado al volumen de entallado subsiguiente ΔVA y ΔVB en los flancos
 20 41A y 41B, referido a la longitud de encaje del perfil. Los volúmenes de entallado ΔVA y ΔVB aumentan nuevamente hacia dentro en dirección al fondo de rosca 43C de la rosca final 43, y ello más fuertemente que en las figuras 1 a 4, con lo que resulta sobre todo en la zona inferior más interior de las zonas de flanco parciales 43F y 43H de los flancos 43A y 43B de la rosca final 43 una consolidación especialmente alta de la estructura del material de la pieza de trabajo, lo cual se insinúa nuevamente mediante las ahora tres líneas de trazos en la pieza de trabajo 50.

En las figuras 7 y 8 se muestra otro ejemplo de realización con dos zonas de flanco parciales 51E y 51F de los
 25 flancos 51A del perfil de rosca previa 51 y 51G y 51H del flanco 51B del perfil de rosca previa 51, las cuales están inclinadas una hacia otra en grados diferentes. Según la figura 7 y la figura 8, las zonas de fondo de rosca 51C del perfil de rosca previa 51 y 52C del perfil de formación de rosca 52 están ambas aplanadas, es decir que discurren paralelamente a la superficie 50A de la pieza de trabajo y hacen transición con un pequeño radio o una curvatura especialmente circular hacia los respectivos flancos adyacentes 51A y 51B, así como 52A y 52B.

30 La superposición de los dos perfiles, a saber, el perfil de rosca previa 51 y el perfil de formación de rosca 52, da como resultado según la figura 8 un perfil de rosca final 53 de forma trapezoidal con flancos de rosca lineales 53A y 53B que están dirigidos uno hacia otro bajo el ángulo $\beta_2 = \alpha_1$ y que están unidos uno con otro por un fondo de rosca recto 53C a través de zonas de transición redondeadas.

Debido a la distancia radial elegida ΔR y a las dimensiones laterales en los flancos de rosca 51A y 51B, así como
 35 52A y 52B, y debido a sus ángulos de apertura α_1 y α_2 , así como β_1 y β_2 para las zonas de flanco parciales 51E a 51H y 52E a 52H, se obtienen el volumen de entallado ΔVA mostrado a la izquierda de la figura 8 entre las zonas de flanco parciales 51F y 52F, así como ΔVB entre las zonas de flanco parciales 51H y 52H, y el volumen de entallado ΔVC del lado del fondo de rosca entre los fondos de rosca 51C y 52C. El volumen de entallado aumenta de nuevo de fuera a dentro, con lo que resulta una consolidación creciente en el fondo de rosca 53C de la rosca final 53. Las
 40 zonas de flanco parciales interiores exclusivamente formadas del perfil de rosca final 53 están designadas con 53F en el flanco 53A y con 53H en el flanco 53B y las zonas de flanco parciales exteriores exclusivamente cortadas del flanco 53A están designadas con 53D y las del flanco 53B están designadas con 53G.

En todas las formas de realización según las figuras 1 a 8 se cumple ahora preferiblemente que $\alpha_1 = \beta_2$, de modo
 45 que las zonas de flanco parciales exteriores exclusivamente cortadas 23E y 23G o 33E y 33G o 43E y 43G o 53E y 53G del perfil de rosca final 23 o 33 o 43 o 53 se continúan siempre con la misma pendiente o con una pendiente diferenciable en los puntos de transición P1 o P2 hacia la zona de flanco parcial interior adyacente exclusivamente formada 23F y 23H o 33F y 33H o 43F y 43H o 53F y 53H, es decir que se obtiene nuevamente un flanco total lineal recto 23A y 23B o 33A y 33B o 43A y 43B o 53A y 53B del perfil de rosca final 23, 33, 43 o 53.

Asimismo, en todas las formas de realización según las figuras 1 a 8 los volúmenes de entallado ΔVA y ΔVB están
 50 situados entre las respectivas zonas de flanco parciales interiores del perfil de rosca previa y del perfil de formación de rosca y, visto radialmente, entre los puntos de transición P1 y P2 y el fondo de rosca. El aumento de los volúmenes de entallado ΔVA y ΔVB en los flancos hacia dentro en dirección al fondo de rosca viene determinado por la diferencia angular $\alpha_2 - \beta_2$ o la diferencia de inclinación de las zonas de flanco parciales interiores de la rosca previa y del perfil de formación de rosca.

Las figuras 9 y 10 muestran un ejemplo de realización en el que el perfil de rosca final se ha producido completamente por conformación o entallado, tanto en el fondo de rosca como completamente en ambos flancos de rosca.

5 El fondo de rosca 81C del perfil de rosca previa 81 es de menor extensión longitudinal que el fondo de rosca 82C del perfil de formación de rosca 82 (en sección longitudinal perpendicularmente a los ejes medios M1 y M2). Los dos flancos 81A y 81B del perfil de rosca previa 81 están inclinados uno hacia otro bajo el ángulo γ_1 y los flancos 82A y 82B del perfil de formación de rosca 82 están inclinados uno hacia otro bajo el ángulo γ_2 , que es más pequeño que γ_1 . El fondo de rosca 82C del perfil de formación de rosca 82 se proyecta más hacia fuera en la medida de la distancia radial ΔR .

10 Como se representa en la figura 10, la superposición de los dos perfiles 81 y 82 da como resultado un volumen de entallado que aumenta hacia el fondo de rosca o hacia dentro en la zona del volumen de entallado ΔVA y el volumen de entallado ΔVB del lado de los flancos, entre los flancos 81A y 82A u 81B y 82B, y que allí sustancialmente, como volumen de entallado ΔVC , es de espesor aproximadamente uniforme de conformidad con la distancia radial ΔR . Como puede apreciarse en el lado derecho de la figura 10, la consolidación es así mayor hacia el fondo de rosca final 83C.

15 En la forma de realización según las figuras 11 y 12 el perfil de rosca previa 91 presentan dos flancos rectilíneos 91A y 91B que forman entre ellos el ángulo γ_1 y que están unidos uno con otro a través de un fondo de rosca redondeado 91C. El perfil de formación de rosca 92 presenta dos flancos rectilíneos 92A y 92B que forman un ángulo γ_2 , que es mayor que el ángulo γ_1 , y que están unidos uno con otro a través de un fondo de rosca horizontal rectilíneo 92C (perfil de formación de rosca trapezoidal). Una particularidad de la forma de realización según las figuras 11 y 12 consiste ahora en que la distancia radial de la zona de fondo de rosca 92C del perfil de formación de rosca 92 está más desplazado radialmente hacia dentro que la zona de fondo de rosca 91C del perfil de rosca previa 91. Se obtiene así una distancia radial negativa $-\Delta R$ y, al superponer los dos perfiles 91 y 92, no resulta ninguna conformación, como se muestra en la figura 20, en la zona del fondo de rosca 91C del perfil de rosca previa 91 y de las zonas interiores de los flancos 91A y 91B, sino únicamente en las zonas parciales de los flancos 91A y 91B de la rosca previa 91 que discurren hacia fuera. Resulta así un volumen de entallado del perfil de rosca previa 92 denominado ΔVA entre los flancos 91A y 92A y denominado ΔVB entre los flancos 91B y 92B, cuyo volumen aumenta siempre desde el fondo de rosca 91C hacia fuera, viniendo determinado el aumento por la diferencia angular $\gamma_2 - \gamma_1$. Por tanto, en el perfil de rosca final 93 el fondo de rosca 93C está formado por la rosca previa original y su fondo de rosca 91C y los flancos 93A y 93B están sustancialmente formados y vienen prefijados por los flancos 92A y 92B del perfil de formación de rosca 92.

20 25 30 En la forma de realización según las figuras 13 y 14 el perfil de rosca previa 101 es de forma trapezoidal con dos flancos rectilíneos 101A y 101B, que forman entre ellos el ángulo ε_1 , y un fondo de rosca plano 101C. El perfil de formación de rosca 102 tiene dos flancos rectilíneos 102A y 102B que forman un ángulo $\varepsilon_2 > \varepsilon_1$ y que están unidos uno con otro a través de un fondo de rosca redondo 102C.

35 Al superponer los dos perfiles 101 y 102 se obtiene solamente, como se muestra en la figura 14, una conformación en la zona del fondo de rosca 101C del perfil de rosca previa 101, es decir, un volumen de entallado ΔVC entre los fondos de rosca 101C y 102C, pero no en los flancos.

40 En la forma de realización según las figuras 15 y 16 del perfil de rosca previa 141 es de forma trapezoidal con dos flancos rectilíneos 141A y 141B, que forman el ángulo α entre ellos, y un fondo de rosca plano 141C que discurre a la altura de una línea de separación T que define los puntos de transición P1 y P2 entre los flancos 141A y 141B y el fondo de rosca 141C. Por el contrario, el perfil de formación de rosca 142 presenta dos flancos 142A y 142B que están subdivididos, en los puntos de transición P1 y P2 definidos por la línea de separación T, en dos zonas de flanco parciales lineales 142E y 142F o 142G y 142H. Las dos zonas de flanco parciales exteriores 142E y 142G forman el ángulo β_1 una con otra y las zonas de flanco parciales interiores 142F y 142H forman el ángulo β_2 una con otra, cumpliéndose que $\beta_2 > \beta_1$.

45 50 La superposición de los dos perfiles 141 y 142 con ejes medios coincidentes M1 y M2 y con ángulos iguales $\alpha = \beta_2$ conduce, según la figura 16, a un perfil de rosca final 143 con flancos de rosca final continuamente rectilíneos 143A y 143B y un fondo de rosca final formado 143C que está situado por efecto del desalojamiento de volumen ΔVC exclusivamente en el fondo de rosca 141C dentro de los puntos de transición P1 y P2 y que resulta de la forma del fondo de rosca 142C.

55 En las formas de realización descritas hasta ahora los perfiles son simétricos con respecto a sus ejes medios, y sus ejes medios se han hecho coincidir uno con otro, de modo que también el perfil de rosca final es simétrico con respecto al eje medio resultante. Sin embargo, es posible también configurar los perfiles como asimétricos y/o no hacer que coincidan sus ejes medios, y entonces es posible lograr perfiles de rosca final tanto simétricos como

asimétricos, tal como se pone claramente de manifiesto también con ayuda de los ejemplos de realización siguientes.

5 En la forma de realización según las figuras 17 y 18 el perfil de rosca previa 111 y el perfil de formación de rosca 112 están configurados siempre como asimétricos con respecto a sus ejes medios M1 y M2, respectivamente. Los dos flancos lineales 111A y 111B del perfil de rosca previa 111 están dispuestos también formando ángulos de inclinación diferentes χ_1 y χ_2 con respecto al eje medio M1 y los dos flancos lineales 112A y 112B del perfil de formación de rosca 112 están dispuestos formando ángulos de inclinación diferentes λ_1 y λ_2 con respecto al eje medio M2. Por tanto, se cumple que $\chi_1 \neq \chi_2$ y $\lambda_1 \neq \lambda_2$ y también, además, que $\lambda_1 < \chi_1$ y $\lambda_2 < \chi_2$. Por tanto, en los flancos 111A y 111B del perfil de rosca previa 111 se proyectan lateralmente más hacia fuera que los flancos 112A y 112B del perfil de formación de rosca 112, proyectándose concretamente en la medida del ángulo diferencia $d\omega_1 = \chi_1 - \lambda_1$ y $d\omega_2 = \chi_2 - \lambda_2$, respectivamente. La zona de fondo de rosca redonda 112C del perfil de rosca previa 112 se proyecta radialmente más hacia fuera, en la medida ΔR , que el fondo de rosca previa aplanado 111C.

15 Esto da como resultado según la figura 18 un volumen de entallado ΔVC al superponer los perfiles con ejes medios coincidentes M1 y M2 y un perfil de rosca final 113 con una conformación y consolidación solamente en el fondo de rosca 113 del perfil de rosca final 113 y en los flancos de rosca final 113A y 113B, que están orientados bajo el ángulo χ_1 o χ_2 con respecto al eje medio M, que coincide con los ejes medios M1 y M2.

20 La forma de realización según las figuras 19 y 20 tiene un perfil de rosca previa simétrico 121 con flancos lineales 121A y 121B, que están inclinados bajo ángulos de inclinación diferentes χ_1 y χ_2 con respecto al eje medio M1, y con un fondo de rosca redondo 121C. El perfil de formación de rosca 122 está configurado también como asimétrico con respecto a su eje medio M2 con dos flancos lineales 122A y 122B dotados de ángulos de inclinación diferentes λ_1 y λ_2 con respecto al eje medio M2. Por tanto, se cumple nuevamente que $\chi_1 \neq \chi_2$ y $\lambda_1 \neq \lambda_2$ y, además, se cumple aquí ahora que $\lambda_1 > \chi_1$ y $\lambda_2 > \chi_2$. Los flancos 122A y 122B del perfil de formación de rosca 122 están más hacia fuera, en la medida del ángulo diferencia $d\omega_1 = \lambda_1 - \chi_1$ y $d\omega_2 = \lambda_2 - \chi_2$, respectivamente, que los flancos de rosca previa 121A y 121B. La zona de fondo de rosca 122C del perfil de formación de rosca 122 está retranqueada radialmente, en la medida $-\Delta R$, con respecto al fondo de rosca previa 111C.

30 La superposición de los perfiles 121 y 122 da como resultado, como puede verse en la figura 20, unos volúmenes de entallado ΔVA y ΔVB en los flancos con ejes medios coincidentes M1 y M2, cuyos volúmenes se ensanchan hacia fuera alejándose del fondo de rosca en la medida de los ángulos diferencia $d\omega_1$ y $d\omega_2$, respectivamente, y por último se obtiene un perfil de rosca final 123 con una conformación y consolidación solamente en los flancos de rosca final 123A y 123B, pero no en el fondo de rosca final 123, que sigue siendo producido con virutas. Los flancos de rosca final 123A y 123B están inclinados bajo el ángulo λ_1 y λ_2 , respectivamente, con respecto al eje medio M.

35 En la forma de realización según las figuras 21 y 22 el perfil de rosca previa 131 presenta dos flancos lineales 131A y 131B con ángulos de inclinación χ_1 y χ_2 con respecto al eje medio M1, cumpliéndose que $\chi_1 \neq \chi_2$ en ejecución asimétrica (o $\chi_1 = \chi_2$ en ejecución simétrica), y un fondo de rosca plano 131C. Por el contrario, en el perfil de formación de rosca 132 los flancos 132A y 132B están subdivididos en dos respectivas zonas de flanco parciales 132E y 132F o 132G y 132H con puntos de transición P1 y P2 en la línea de separación T y con ángulos de inclinación diferentes λ_1 y λ_2 o χ_1 y χ_2 con respecto al eje medio M2. Se cumple entonces que $\lambda_1 \neq \lambda_2$ y también, además, que $\lambda_1 < \chi_1$ y $\lambda_2 < \chi_2$. La zona de fondo de rosca 132C del perfil de formación de rosca 132 sobresale radialmente más hacia fuera, en la medida ΔR , que el fondo de rosca previa 131C situado sobre la línea de separación T.

40 Según la figura 22, esto da como resultado, al superponer los perfiles 131 y 132 con ejes medios coincidentes M1 y M2, un volumen de entallado ΔVC solamente en el fondo de rosca previa 131C y un perfil de rosca final 133 en el que unos flancos de rosca final lineales 133A y 133B están orientados bajo el ángulo χ_1 o χ_2 con respecto al eje medio M, que coincide con los ejes medios M1 y M2. En el perfil de rosca final 133 las zonas de flanco parciales interiores 133F y 133H por encima de P1 y P2 y el fondo de rosca 133C están conformados y las zonas de flanco parciales exteriores 133E y 133G por debajo de P1 y P2 se han producido con virutas.

50 En las figuras 23 y 24 están representados un perfil de rosca previa 151 con unos respectivos flancos de rosca previa 151A y 151B, subdivididos por la línea de separación T en dos zonas de flanco parciales rectilíneas 151E y 151F, así como 151G y 151H en los puntos de transición P1 y P2, y con un fondo de rosca plano 151C con o sin zonas de transición redondeadas hacia los flancos 151A y 151B, por un lado, y un perfil de formación de rosca 152 también con unos respectivos flancos 152A y 152B, subdivididos por la misma línea de separación T en dos zonas de flanco parciales rectilíneas 152E y 152F, así como 152G y 152H en los puntos de transición P1 y P2, y con un fondo de rosca plano 152C decalado en la medida ΔR con respecto al fondo de rosca previa 151C, con o sin zonas de transición redondeadas hacia los flancos 152A y 152B. En el perfil de rosca previa 151 las zonas de flanco parciales interiores 151F y 151H están inclinadas bajo los ángulos más grandes η_1 y η_2 y las zonas de flanco parciales exteriores 151E y 151G están inclinadas bajo los ángulos más pequeños δ_1 y δ_2 con respecto al eje medio M1. En el perfil de formación de rosca 152 las zonas de flanco parciales interiores 152F y 152H están inclinadas bajo

los ángulos δ_1 y δ_2 y las zonas de flanco parciales exteriores 152E y 152G están inclinadas bajo los ángulos más pequeños θ_1 y θ_2 con respecto al eje medio M2.

5 Resulta así, al superponer los dos perfiles 151 y 152 con $M1 = M2$ según la figura 24, un volumen de entallado asimétrico con un volumen de entallado ΔVC de anchura constante en el fondo de rosca y dos volúmenes de entallado ΔVA y ΔVB en los flancos que se ensanchan hacia dentro en la medida de $d\omega_1 = \eta_1 - \delta_1$ y $d\omega_2 = \eta_2 - \delta_2$, cumpliéndose que $d\omega_1 \neq d\omega_2$. Por el contrario, el perfil de rosca final 153 es simétrico con respecto a su eje medio M y presenta dos flancos rectilíneos 153A y 153B, en los cuales se han conformado las zonas de flanco parciales 153F y 153H por encima de los puntos P1 y P2 junto con el fondo de rosca 153C y se han mecanizado por arranque de virutas las zonas de flanco parciales 153E y 153G por debajo de P1 y P2.

10 En la forma de realización según las figuras 25 y 26 no se hacen coincidir un perfil de rosca previa 161 y un perfil de formación de rosca 162 al superponerlos con sus ejes medios M1 y M2, sino que éstos quedan ligeramente decalados en paralelo. Los flancos de rosca previa rectos 161A y 161B están inclinados bajo ángulos diferentes φ_1 y φ_2 con respecto al eje medio M1 y los flancos rectos 162A y 162B del perfil de formación de rosca 162 están inclinados bajo ángulos mutuamente diferentes ψ_1 y ψ_2 con respecto al eje medio M2, cumpliéndose que $\varphi_1 > \psi_1$ y $\varphi_2 > \psi_2$. La longitud de base ΔL en el pie del perfil o del diente es igual en ambos perfiles 161 y 162.

15 En la figura 26 se ve que los ejes medios M1 y M2 están desplazados paralelamente uno a otro, concretamente de preferencia de modo que las longitudes de base ΔL o los puntos de pie de ambos perfiles 161 y 162 coinciden exactamente entre ellos. Resulta un volumen de entallado asimétrico con respecto al eje medio M1 del perfil de rosca previa 161, cuyo volumen se compone de un volumen de entallado ΔVC en el fondo de rosca y dos volúmenes de entallado ΔVA y ΔVB en los flancos que aumentan hacia el fondo de rosca en la medida $d\omega_1 = \varphi_1 - \psi_1$ y $d\omega_2 = \varphi_2 - \psi_2$, cumpliéndose que $d\omega_1 \neq d\omega_2$. El perfil de rosca final 163 tiene de manera correspondiente dos flancos de rosca final 163A y 163B, inclinados según un ángulo ψ_1 o ψ_2 con respecto al eje medio $M = M2$, y el fondo de rosca 163C, y está (también) conformado en toda la longitud de su perfil. Los ejes medios M1 y M2, así como M en un perfil asimétrico pueden discurrir, por ejemplo, por el punto radialmente más bajo o más alto del perfil o pueden definirse también de otra manera que por ejes de referencia que pasan por el perfil.

20 Las figuras 27 y 28 muestran un perfil especial con una configuración asimétrica que es adecuado, por ejemplo, para producir una rosca autofrenante (rosca de autobloqueo) según el Manual EMUGE, página 294. El perfil de rosca final 173 presenta dos flancos lineales 173A y 173B, inclinados bajo ángulos diferentes ω_1 y ω_2 con respecto al eje medio M, y un fondo de rosca 173C que discurre oblicuamente en su mayor parte y horizontalmente en la parte restante. Para producir este perfil de rosca final 173 se produce con virutas un perfil de rosca previa 171 con dos flancos lineales 171A y 171B, inclinados bajo los ángulos ρ_1 y ρ_2 con respecto al eje medio M1, y con un fondo de rosca lineal oblicuo 171C (sin segmento horizontal). El perfil de formación de rosca 172 para la conformación adicional del perfil de rosca previa 171 presenta los flancos lineales 172A y 172B, ya inclinados bajo los ángulos ω_1 y ω_2 del perfil de rosca final 173 con respecto al eje medio M2, así como el fondo de rosca 172C, el cual corresponde ya al fondo de rosca final 173C (con segmento horizontal y segmento oblicuo) y se ha aproximado radialmente más, en la medida ΔR , que el fondo de rosca previa 171C.

25 La superposición de los perfiles 171 y 172 con $M1 = M2$ muestra los volúmenes de entallado ΔVA y ΔVB en los flancos, que se ensanchan hacia dentro en la medida de los ángulos $d\omega_1 = \rho_2 - \omega_1$ y $d\omega_2 = \rho_1 - \omega_2$, y el volumen de entallado ΔVC en el fondo de rosca, que presenta una anchura constante en los chaflanes mutuamente paralelos de los fondos de rosca 171C y 172C. El perfil de rosca final 173 adopta la forma del perfil de formación de rosca 172 y, por tanto, se ha conformado adicionalmente en toda la longitud del perfil. La consolidación es máxima en la transición entre el flanco 173B y el fondo de rosca 173C, lo que es favorable para una rosca de autobloqueo.

30 En las figuras 29 a 31 se muestra otro perfil especial como un perfil de rosca final 183 superpuesto a base de un perfil de rosca previa 181 y un perfil de formación de rosca 182, cuyo perfil de rosca final es adecuado para una rosca de circulación de bolas. En tales roscas de circulación de bolas se tiene que, como puede apreciarse en la figura 31, las superficies de rodadura para las bolas 60, que corresponden a las zonas parciales de flanco 183E y 183H del perfil de rosca final 183, deberán tener una calidad superficial lo mejor posible para lograr buenas propiedades de deslizamiento o deberán ser lo más lisas posible, y, por este motivo, se las mecanizan adicionalmente por conformación según la invención, lo que proporciona una superficie mejor y más lisa que en el caso de una fabricación con virutas.

35 El perfil de rosca previa cortado 181 se compone poligonalmente de varios segmentos parciales de flanco rectos 181D, 181E y 181F en el flanco 181A y 181G, 181H y 181I en el flanco 181B, y un fondo de rosca agudo 181C simétrico con respecto al eje medio M1. Sin embargo, el perfil de rosca previa precortado 181 puede estar configurado también de otra manera; por ejemplo, puede tener los mismos radios que el perfil de rosca de acabado o final, pero puede estar rebajado en diámetro, o bien puede presentar radios más pequeños que el perfil de rosca final. Por el contrario, el perfil de formación de rosca 182 puede estar configurado de manera circular como un semicírculo con el eje medio M2. Los ángulos de inclinación de los segmentos de flanco parciales 181E y 181H se

han designado como σ_1 y σ_2 y son siempre mayores que las profundidades radiales τ_1 y τ_2 iguales como ángulos tangenciales al perfil circular en el centro o en los puntos P1 y P2.

5 Al formar adicionalmente el perfil de rosca previa 181 con el perfil de formación de rosca 182 según la figura 30 con $M = M_1 = M_2$ se entalla y se consolida así la pieza de trabajo 50 solamente en los segmentos de flanco parciales 183E y 183H del perfil de rosca final 183 en una medida igual a los volúmenes de entallado ΔVA y ΔVB entre el perfil de formación de rosca circular 183, que sobresale allí más hacia fuera, y el respectivo segmento de flanco de rosca previa 181E y 181G, mientras que, por lo demás no se conforma adicionalmente la pieza de trabajo, es decir que se corta de otra manera el perfil de rosca final 183.

10 En las figuras 32 a 37 se representa un movimiento de trabajo con una herramienta 5 configurada como una fresa de roscar y dotada de una serie de dientes de fresado de rosca 6 para producir la rosca previa según la invención. En primer lugar, se posiciona la herramienta 5 con su eje de herramienta A coaxialmente a un eje medio MA de un taladro 55 de la pieza de trabajo 50 (figura 32). La herramienta 5 se introduce ahora desde esta posición de partida con un movimiento de avance lineal, axialmente con respecto al eje de herramienta A y al eje medio MA, en el taladro 55 de la pieza de trabajo 50, penetrando especialmente hasta la profundidad de la rosca (figura 33). Se aproxima ahora radialmente la herramienta 5 según la figura 34 a la pared interior del taladro 55 con un radio de entrada o un bucle de entrada. Según la figura 35, se mueve ahora la herramienta 5 en un movimiento circular con un número de revoluciones de su eje de herramienta A alrededor del eje medio MA que resulta del número de dientes de fresado de rosca 6 y, por otro lado, del número de revoluciones de rosca deseadas, juntamente con un movimiento de avance simultáneo en dirección paralela al eje de herramienta A. La herramienta 5 produce así en la pared interior del taladro 55 una rosca interna como rosca previa 7 con un paso que resulta de la velocidad de avance y del distanciamiento de los distintos dientes de fresado de rosca 6 de la herramienta 5. Después de este movimiento de trabajo helicoidal según la figura 35 se coloca ahora nuevamente según la figura 36 la herramienta 5 en posición radial con respecto al centro, con lo que el eje de herramienta A y el eje medio MA son nuevamente coaxiales uno con otro. Para este movimiento de retroceso se ha previsto nuevamente un radio de salida. Según la figura 37, se mueve la herramienta 5 en un movimiento de recuperación axial hacia fuera del taladro 55 en dirección axial con respecto al eje medio MA para volver a su posición de partida. El eje medio MA de la rosca previa producida 7 en el taladro 55 coincide con el eje medio del movimiento circular de la herramienta 20 durante el movimiento de trabajo en la figura 35.

30 El perfil de rosca previa 21 se produce preferiblemente con un macho de roscar o una fresa de roscar o bien una fresa de taladrar-roscar circular.

A continuación de esta producción de la rosca previa 7 con arranque de virutas se conforma entonces adicionalmente la rosca previa 7 en una segunda etapa de trabajo para producir la rosca final con una herramienta de formación de rosca provista del perfil de formación de rosca como perfil activo, bien una terraja o bien un formador de rosca circular.

35 Como alternativa, se pueden realizar también ambas etapas de trabajo con una herramienta combinada que presente, en posiciones axialmente decaladas entre ellas con respecto al eje de la herramienta, una zona taladradora roscadora y/o una zona fresadora roscadora como zona de corte y una zona de terrajado y/o una zona de formación de rosca circular como zona de formación, las cuales encajan sucesivamente en el tiempo dentro de la pieza de trabajo.

40 Las zonas de fondo de rosca curvadas están curvadas preferiblemente en todas las formas de realización, referido al espacio interior o al filete de rosca, en forma convexa y especialmente en forma circular o elíptica o parabólica.

45 El perfil de formación de rosca resulta en todas las formas de realización como un perfil activo o como un perfil superpuesto o efectivo de un proceso de formación de rosca o de una o varias herramientas de formación de rosca y corresponde en una herramienta de formación de rosca con varios tacos de entallado o dientes de formación a la superposición de los distintos perfiles de los tacos de entallado o dientes de formación individuales.

Lista de símbolos de referencia

5	Herramienta
6	Dientes de fresado de rosca
7	Rosca previa
50 20	Herramienta
21	Perfil de rosca previa
21A, 21B	Flancos de rosca
21C	Fondo de rosca
21E a 21H	Zona de flanco parcial
55 22	Perfil de formación de rosca
22A, 22B	Flancos
22E a 22H	Zona de flanco parcial

	23	Perfil de rosca final
	23C	Fondo de rosca
	23E a 23H	Zona de flanco parcial
	31	Perfil de rosca previa
5	31A-31B	Flanco
	31C	Zona de fondo de rosca
	31E a 31H	Zona de flanco parcial
	32	Perfil de formación de rosca
	32A, 32B	Flanco
10	32C	Zona de fondo de rosca
	32E a 32H	Zona de flanco parcial
	33	Perfil de rosca final
	33A, 33B	Flancos
	33C	Fondo de rosca
15	33E a 33H	Zonas de flanco parciales
	41	Perfil de rosca previa
	41A, 41B	Flancos
	41C	Fondo de rosca
	41E a 41H	Zona de flanco parcial
20	42	Perfil de formación de rosca
	42E a 42H	Zona de flanco parcial
	43	Rosca final
	43A, 43B	Flanco
	43E a 43H	Zona de flanco parcial
25	50A	Superficie de pieza de trabajo
	50	Pieza de trabajo
	51	Perfil de rosca previa
	51A, 51B	Flancos
	51C	Zona de fondo de rosca
30	51E a 51H	Zona de flanco parcial
	52	Perfil de formación de rosca
	52C	Zona de fondo de rosca
	52E a 52H	Zona de flanco parcial
	53	Perfil de rosca final
35	53A, 53B	Flancos de rosca
	53C	Fondo de rosca
	53D a 53H	Zonas de flanco parciales
	55	Taladro
	60	Bolas
40	81	Perfil de rosca previa
	81A, 81B	Flancos
	81C	Fondo de rosca
	82	Perfil de formación de rosca
	82A, 82B	Flancos
45	82C	Fondo de rosca
	91	Perfil de rosca previa
	91A, 91B	Flancos
	91C	Fondo de rosca
	92	Perfil de formación de rosca
50	92A, 92B	Flancos
	92C	Fondo de rosca
	93	Perfil de rosca final
	93A, 93B	Flancos
	93C	Fondo de rosca
55	101	Perfil de rosca previa
	101A, 101B	Flancos
	102	Perfil de formación de rosca
	102A, 102B	Flancos
	102C	Fondo de rosca
60	111	Perfil de rosca previa
	111A, 111B	Flancos
	111C	Fondo de rosca previa
	112	Perfil de formación de rosca
	112A, 112B	Flancos

	112C	Zona de fondo de rosca
	113	Perfil de rosca final
	113A, 113B	Flancos de rosca final
	113C	Fondo de rosca
5	121	Perfil de rosca previa
	121A, 121B	Flancos
	121C	Fondo de rosca
	122	Perfil de formación de rosca
	122A, 122B	Flancos
10	123	Perfil de rosca final
	123A, 123B	Flancos de rosca final
	123C	Fondo de rosca final
	131	Perfil de rosca previa
	131A, 131B	Flancos
15	131C	Fondo de rosca previa
	132	Perfil de formación de rosca
	132A, 132B	Flancos
	132C	Zona de fondo de rosca
	132E..132H	Zona de flanco parcial
20	133	Perfil de rosca final
	133A, 133B	Flancos
	133F..133H	Zona de flanco parcial
	141	Perfil de rosca previa
	141A, 141B	Flancos
25	141C	Fondo de rosca
	142	Perfil de formación de rosca
	142A, 142B	Flancos
	142C	Fondo de rosca
	142E..142H	Zona de flanco parcial
30	143	Perfil de rosca final
	143A, 143B	Flancos de rosca final
	143C	Fondo de rosca final
	151	Perfil de rosca previa
	151A, 151B	Flancos
35	151C	Fondo de rosca previa
	151E..151H	Zona de flanco parcial
	152	Perfil de formación de rosca
	152A, 152B	Flancos
	152C	Fondo de rosca
40	152E..152H	Zona de flanco parcial
	153	Perfil de rosca final
	153A, 153B	Flancos
	153C	Fondo de rosca
	153E..153H	Zona de flanco parcial
45	161	Perfil de rosca previa
	161A, 161B	Flancos de rosca previa
	162	Perfil de formación de rosca
	162A, 162B	Flancos
	163	Perfil de rosca final
50	163A, 163B	Flancos de rosca final
	163C	Fondo de rosca
	171	Perfil de rosca previa
	171A, 171B	Flancos
	171C	Fondo de rosca
55	172	Perfil de formación de rosca
	172A, 172B	Flancos
	172C	Fondo de rosca
	173	Perfil de rosca final
	173A, 173B	Flancos
60	173C	Fondo de rosca
	181	Perfil de rosca previa
	181A, 181B	Flancos
	181C	Fondo de rosca
	181D..181H	Segmentos de flanco parciales

ES 2 567 638 T3

	182	Perfil de formación de rosca
	183	Perfil de rosca final
	183D..183H	Segmentos de flanco parciales
	A	Eje de herramienta
5	M, M1, M2	Eje medio
	MA	Eje medio
	P1, P2	Puntos de transición
	r	Radio
	T	Línea de separación
10	$\alpha_1, \alpha_2, \beta_1, \beta_2$	Ángulo
	$\gamma_1, \gamma_2, \delta_1, \delta_2$	Ángulo
	$\varepsilon_1, \varepsilon_2, \chi_1, \chi_2$	Ángulo
	$\lambda_1, \lambda_2, \varphi_1, \varphi_2$	Ángulo
	$\tau_1, \tau_2, d\omega_1, d\omega_2$	Ángulo
15	$\theta_1, \theta_2, \sigma_1, \sigma_2$	Ángulo
	$\omega_1, \omega_2, \rho_1, \rho_2$	Ángulo
	ΔR	Distancia radial
	$\Delta VA, \Delta VB, \Delta VC$	Volumen de entallado

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para producir una rosca en una pieza de trabajo, en el que
- 5 a) en al menos una primera etapa de trabajo se produce o se ha producido en la pieza de trabajo (50) una rosca previa por erosión de material de la pieza de trabajo o por arranque de virutas, cuyo perfil de rosca previa (21) presenta dos flancos de rosca previa (21A, 21B) y un fondo de rosca previa (21C) que une los dos flancos de rosca previa,
- 10 b) en al menos una segunda etapa se produce una rosca final con un perfil de rosca final (23), que presenta preferiblemente dos flancos de rosca final (23A, 23B) y un fondo de rosca final (23C) que une los dos flancos de rosca final, por entallado plástico del material de la pieza de trabajo al menos en una zona parcial del perfil de rosca previa por medio de al menos un perfil de formación de rosca, que presenta dos flancos y una zona de fondo que une los dos flancos, efectuándose el entallado en una medida igual a un volumen de entallado prefijado o prefijable (ΔVA , ΔVB , ΔVC),
- 15 c) estando inclinado al menos uno de los flancos de rosca previa (21A), al menos en una zona de flanco parcial (21E, 21F), bajo un primer ángulo de inclinación ($\alpha 1/2$ o $\alpha 2/2$) con respecto a un eje medio (M1) del perfil de rosca previa y estando inclinado uno de los flancos (22A) del perfil de formación de rosca, al menos en una zona de flanco parcial (22E, 22F), bajo un segundo ángulo de inclinación ($\beta 1/2$ o $\beta 2/2$) con respecto a un eje medio (M2) del perfil de formación de rosca, **caracterizado** por que
- d) el primer ángulo de inclinación ($\alpha 1/2$ o $\alpha 2/2$) y el segundo ángulo de inclinación ($\beta 1/2$ o $\beta 2/2$) son diferentes uno de otro.
- 20 2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que se entalla el material de la pieza de trabajo al menos en la zona de flanco parcial del perfil de rosca previa inclinada bajo el primer ángulo de inclinación con respecto al eje medio con ayuda de al menos la zona de flanco parcial del perfil de formación de rosca inclinada bajo el segundo ángulo de inclinación con respecto al eje medio.
- 25 3. Procedimiento según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que un segundo de los flancos de rosca previa (21B) está también inclinado, al menos en una zona de flanco parcial (21G, 21H), bajo un tercer ángulo de inclinación ($\alpha 1/2$ o $\alpha 2/2$) con respecto al eje medio y el segundo de los flancos (22B) del perfil de formación de rosca está también inclinado, al menos en una zona de flanco parcial, bajo un cuarto ángulo de inclinación ($\beta 1/2$ o $\beta 2/2$) con respecto al eje medio (M2), y en el que el tercer ángulo de inclinación ($\alpha 1/2$ o $\alpha 2/2$) y el cuarto ángulo de inclinación ($\beta 1/2$ o $\beta 2/2$) son diferentes uno de otro, siendo especialmente el tercer ángulo de inclinación igual al primer ángulo de inclinación y/o siendo el cuarto ángulo de inclinación igual al segundo ángulo de inclinación, o siendo especialmente el tercer ángulo de inclinación diferente del primer ángulo de inclinación y/o siendo el cuarto ángulo de inclinación diferente del segundo ángulo de inclinación.
- 30 4. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que al menos un flanco de rosca previa y/o al menos un flanco del perfil de formación de rosca y/o al menos un flanco de rosca final están configurados en forma lineal o recta, y/o en el que al menos un flanco de rosca previa y/o al menos un flanco del perfil de rosca previa y/o al menos un flanco de rosca final están configurados en forma al menos parcialmente curvada, en particular con curvatura convexa, estando definido un ángulo de inclinación entre una zona de flanco parcial curvada como un ángulo entre una tangente y el eje medio.
- 35 5. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que cada eje medio está o es dirigido en sentido perpendicular a un eje medio de la rosca final.
- 40 6. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que
- a) en la segunda etapa de trabajo se entalla el material de la pieza de trabajo en al menos una zona parcial de al menos uno de los dos flancos de rosca previa o sustancialmente en la totalidad del flanco o los flancos de rosca previa, o
- 45 b) en el que al menos uno o ambos de los flancos de rosca final se forma o se forman al menos parcialmente o en su totalidad por entallado plástico en la segunda etapa de trabajo.
7. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que
- a) en la segunda etapa de trabajo se entalla el material de la pieza de trabajo sustancialmente tan sólo en la zona del fondo de rosca previa o
- 50 b) en el que se forma el fondo de rosca final en la segunda etapa de trabajo mediante un entallado plástico.

- 5 8. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que al menos un flanco de rosca previa y/o al menos un flanco del perfil de formación de rosca están compuestos cada uno de ellos por al menos dos zonas de flanco parciales que están orientadas bajo ángulos de inclinación diferentes con respecto al eje medio, cumpliéndose que, especialmente en el perfil de rosca previa y/o en el perfil de formación de rosca, las zonas de flanco parciales del flanco o los flancos se configuran o están configuradas o se producen o están producidas cada una de ellas en forma lineal.
9. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que
- 10 a) en la segunda etapa de trabajo se entalla el material de la pieza de trabajo en al menos una primera zona respectiva de las zonas de flanco parciales de diferente inclinación del flanco o los flancos de rosca previa y en al menos una segunda zona de flanco parcial adyacente a esta primera zona de flanco parcial permanece o permanece sustancialmente inalterados el flanco o los flancos de rosca previa, o en el que
- 15 b) se forman el flanco o los flancos de rosca final en al menos una primera zona de flanco parcial por entallado plástico en la segunda etapa de trabajo y en una segunda zona de flanco parcial adyacente a la primera zona de flanco parcial se produce o se producen dicho flanco o flancos de rosca final solamente por la erosión del material en la primera etapa de trabajo, o en el que
- 20 c) en la segunda etapa de trabajo se produce una rosca final con un perfil de rosca final, en el que al menos uno de sus flancos de rosca final se constituye o se compone a base de una zona de flanco parcial exterior del perfil de rosca previa y una zona de flanco parcial interior del perfil de formación de rosca y/o al menos uno de sus flancos de rosca final se constituye o se compone a base de una zona de flanco parcial exterior del perfil de formación de rosca y una zona de flanco parcial interior del perfil de rosca previa.
10. Procedimiento según la reivindicación 8 o la reivindicación 9, en el que el ángulo de inclinación de las zonas de flanco parciales exteriores del perfil de rosca previa es igual al ángulo de inclinación de las zonas de flanco parciales interiores del perfil de formación de rosca.
- 25 11. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10, en el que los puntos de transición (P1, P2), en los que dos zonas de flanco parciales de un flanco hacen transición de una a otra, coinciden sustancialmente en el perfil de rosca previa y el perfil de formación de rosca en la segunda etapa de trabajo o están situados uno sobre otro o en una línea de separación común o a la misma distancia de un eje medio de la rosca, o en el que los puntos de transición entre las zonas de flanco parciales del perfil de rosca previa y el perfil de formación de rosca están adaptados uno a otro de modo que cada flanco de rosca final del perfil de rosca final se constituye o resulta o se compone de una respectiva zona de flanco parcial exterior del perfil de rosca previa y una respectiva zona de flanco parcial interior del perfil de formación de rosca.
- 30 12. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que en la segunda etapa de trabajo los ejes medios (M1, M2) del perfil de rosca previa y el perfil de formación de rosca son puestos en coincidencia uno con otro o en el que en la segunda etapa de trabajo los ejes medios (M1, M2) del perfil de rosca previa y el perfil de formación de rosca se disponen decalados en paralelo uno a otro.
- 35

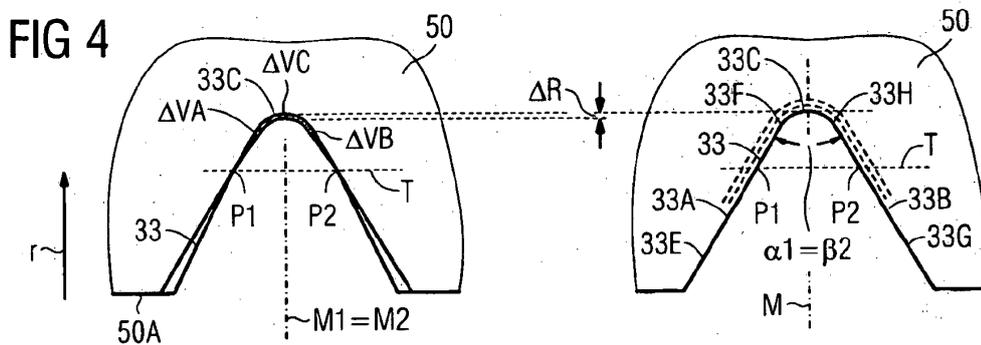
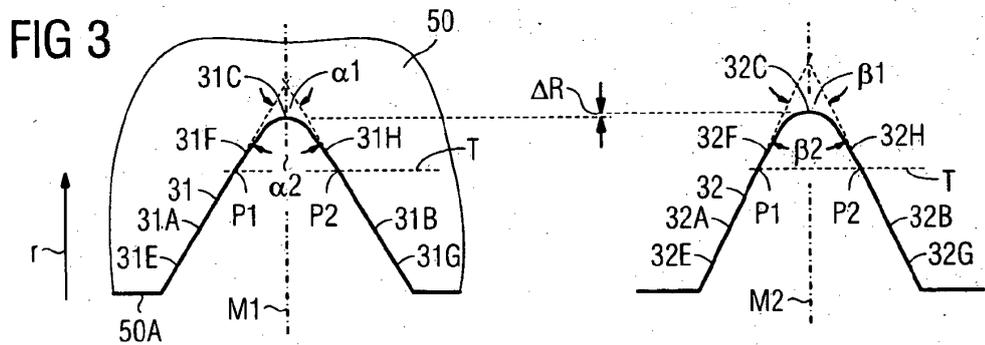
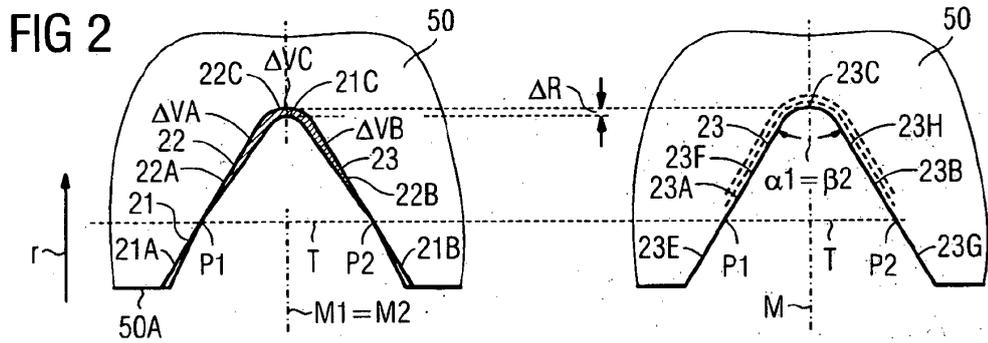
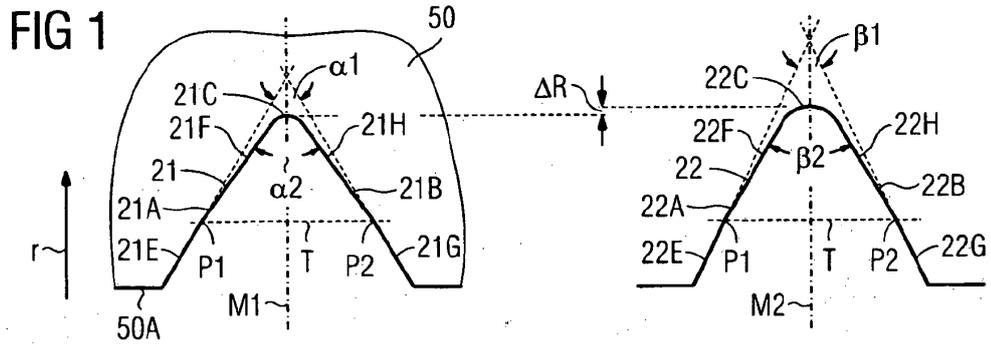


FIG 5

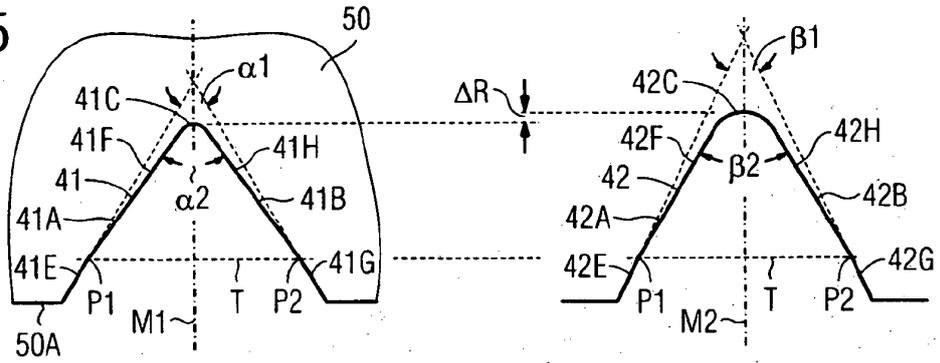


FIG 6

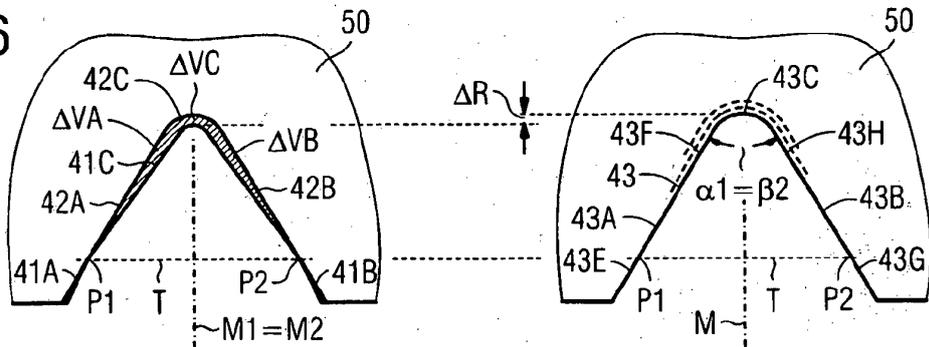


FIG 7

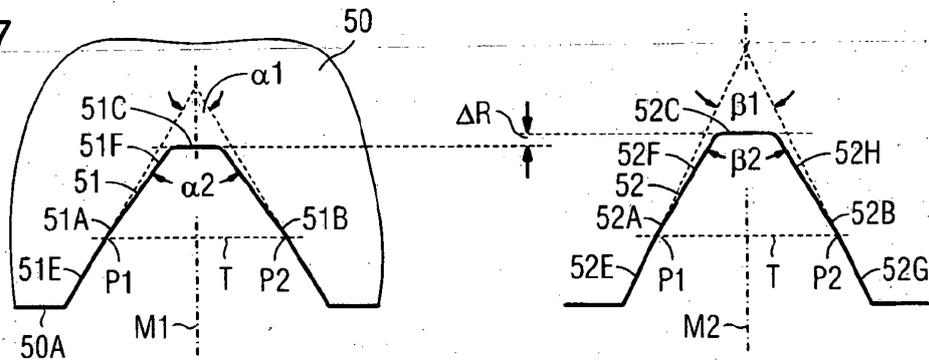


FIG 8

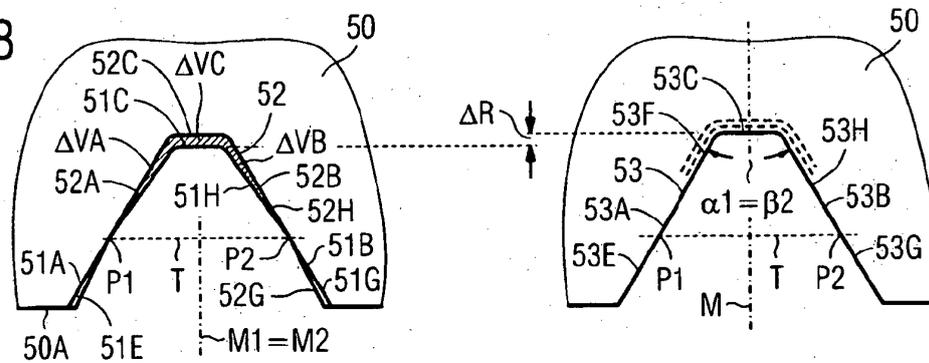


FIG 9

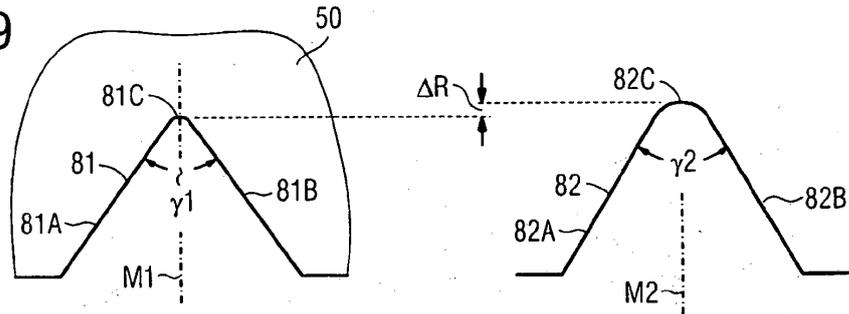


FIG 10

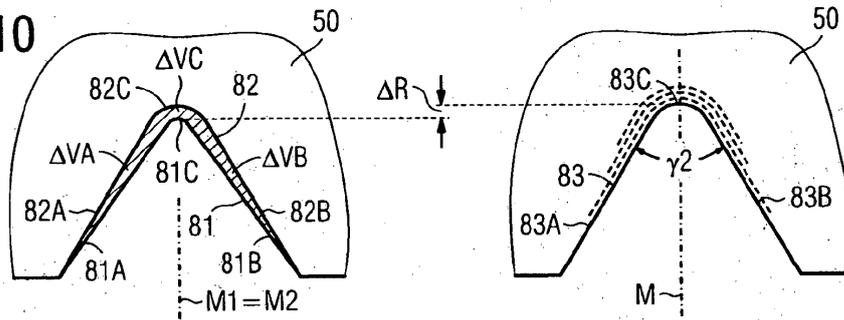


FIG 11

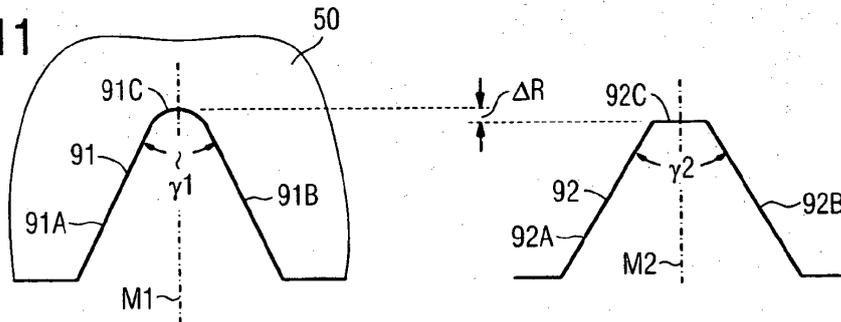


FIG 12

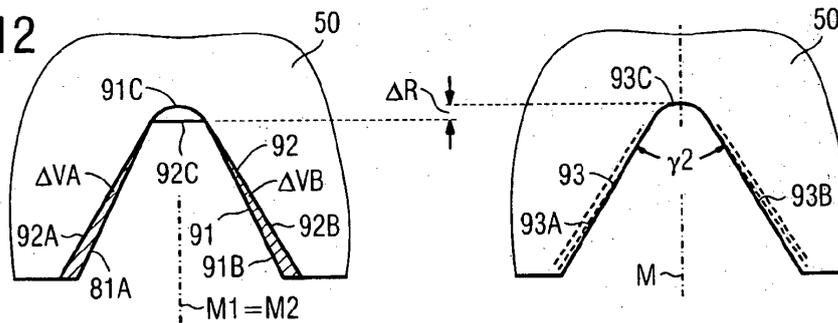


FIG 13

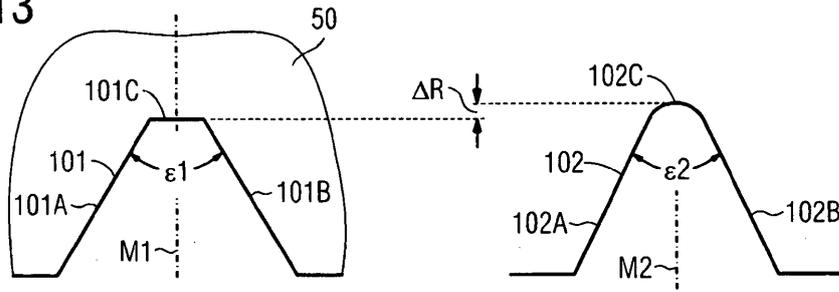
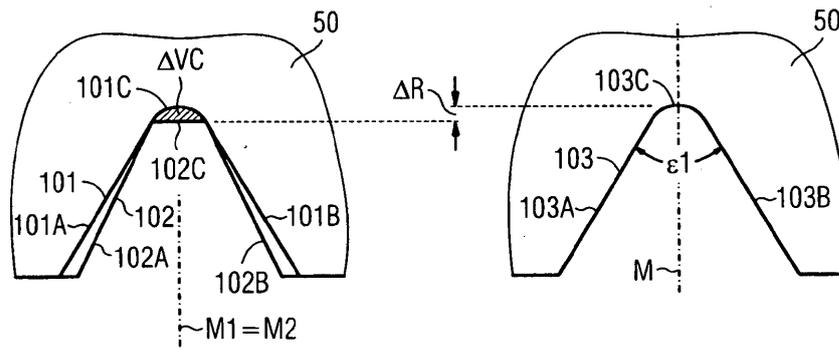
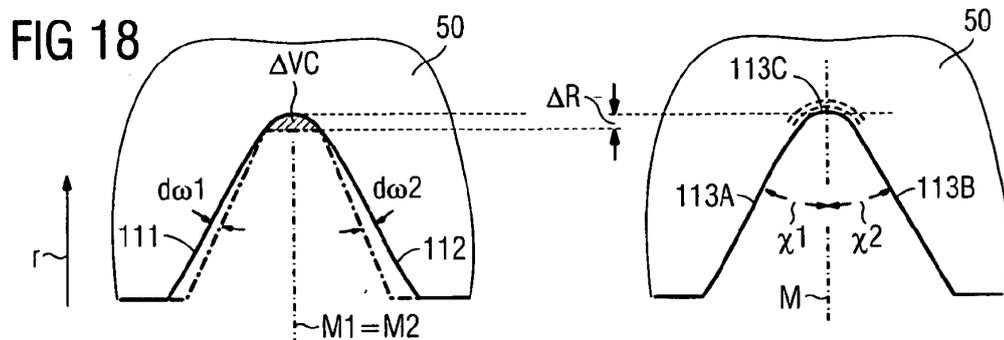
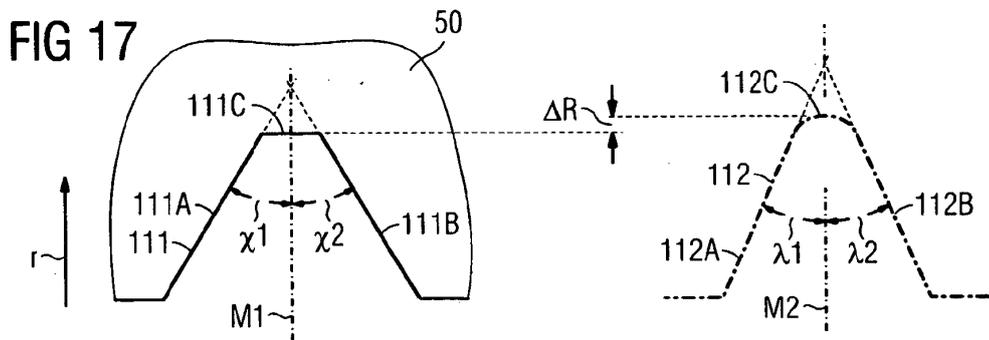
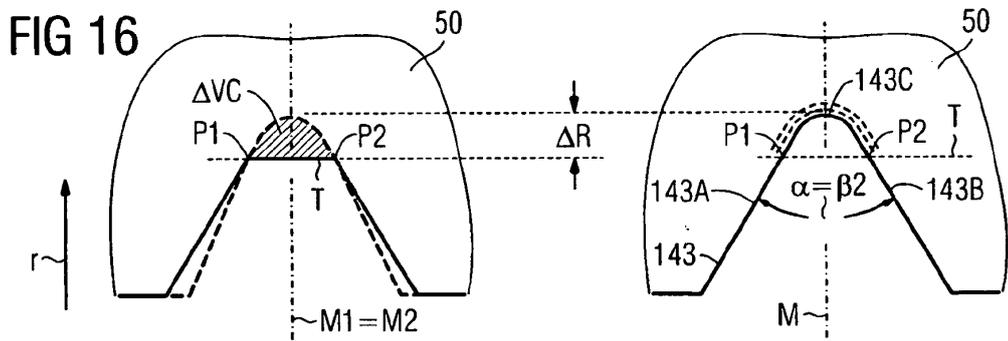
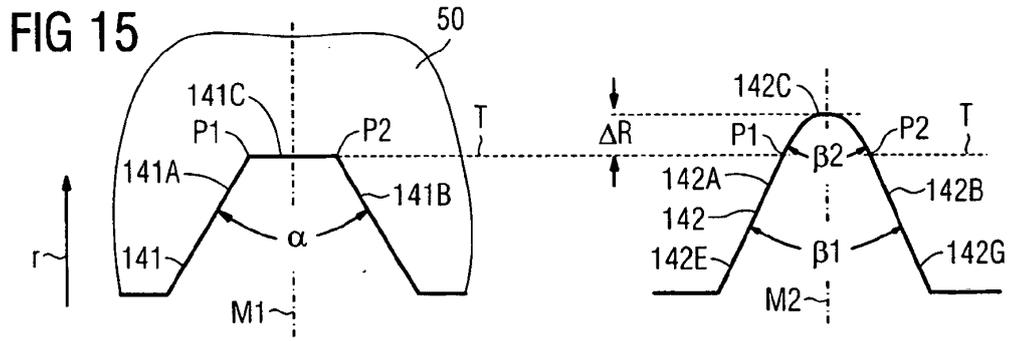


FIG 14





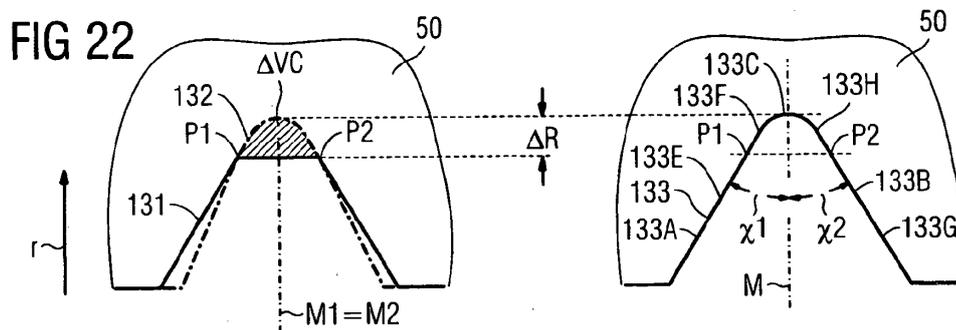
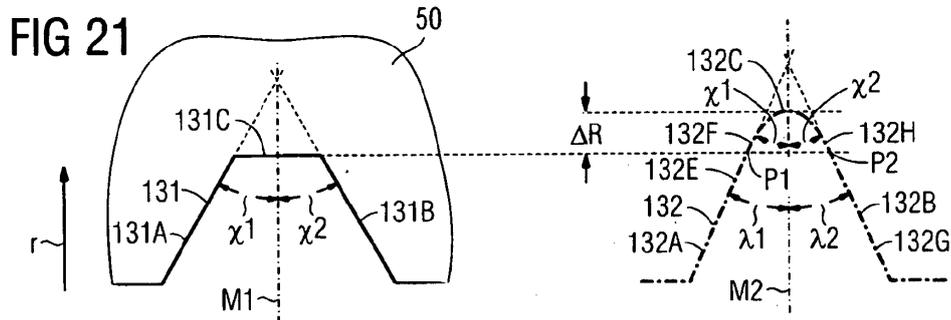
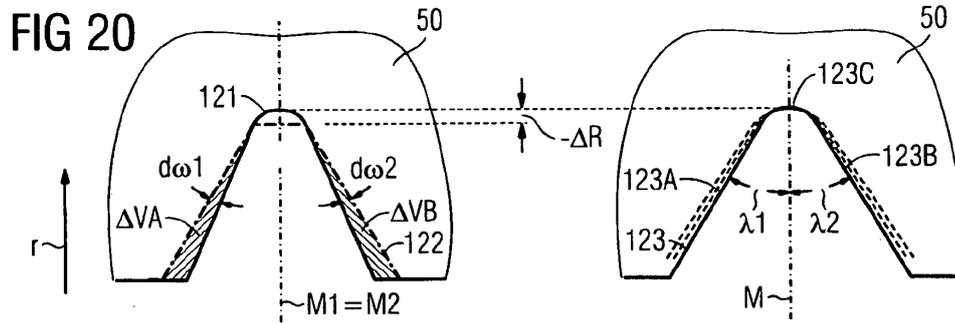
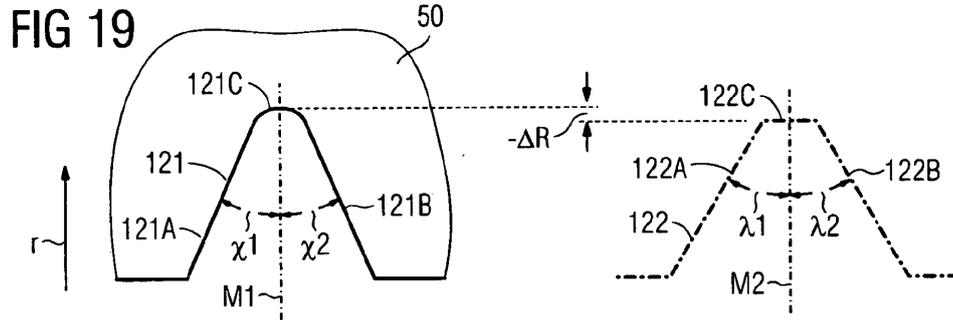


FIG 23

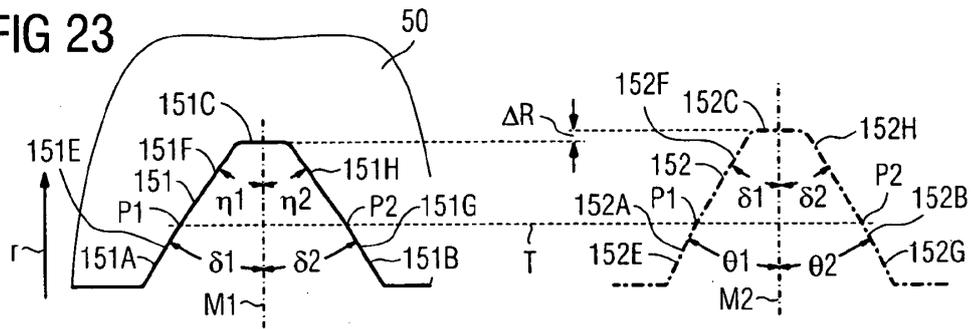


FIG 24

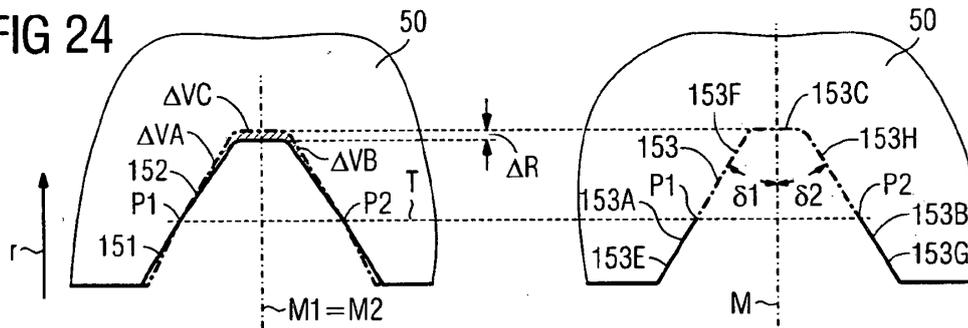


FIG 25

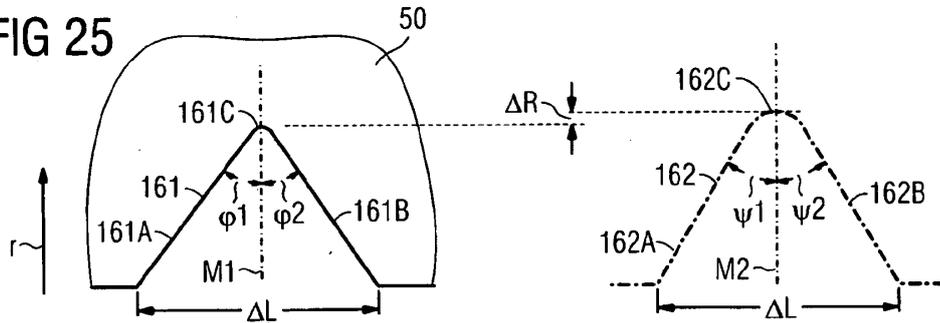
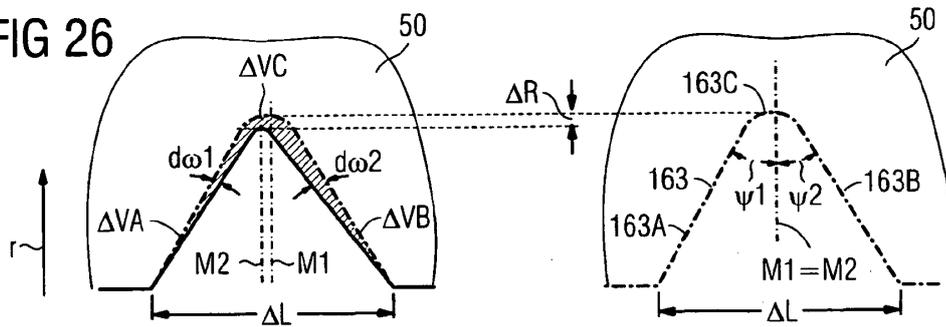


FIG 26



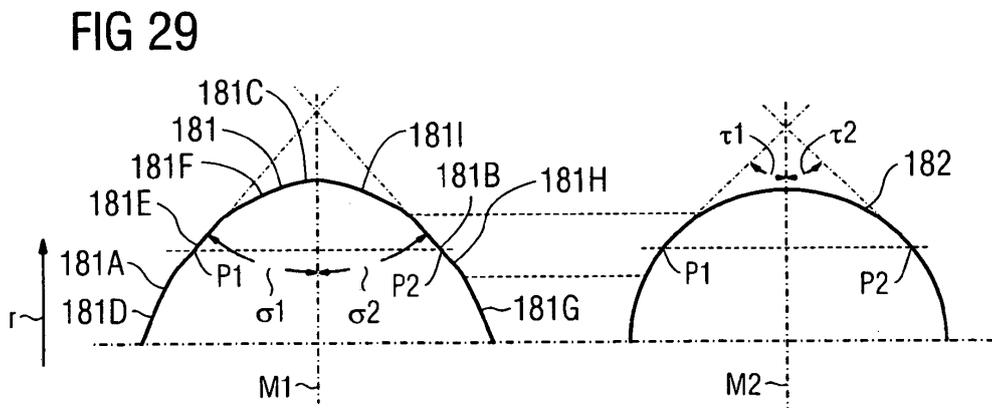
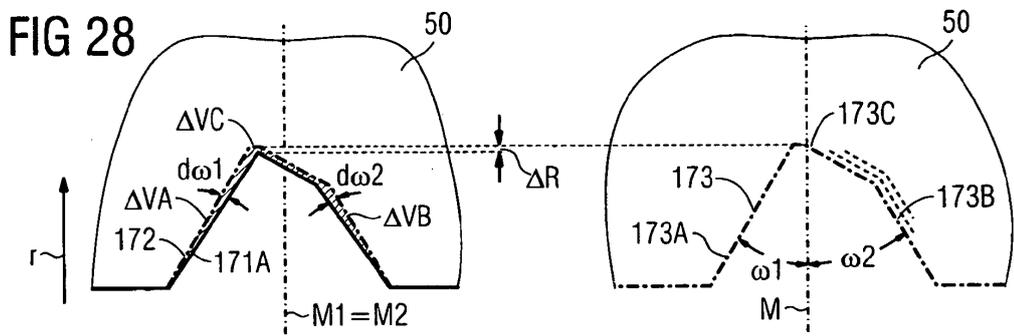
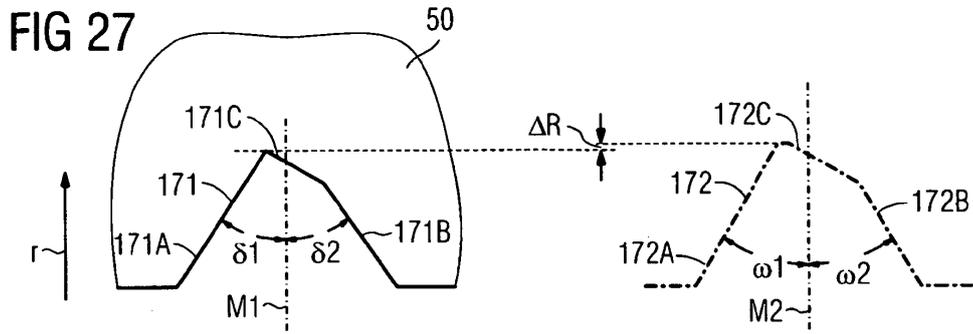


FIG 30

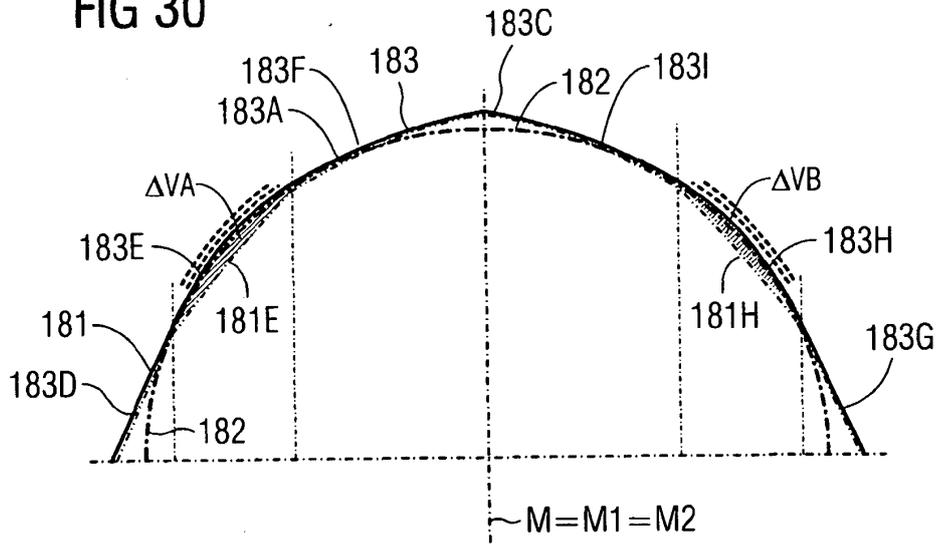


FIG 31

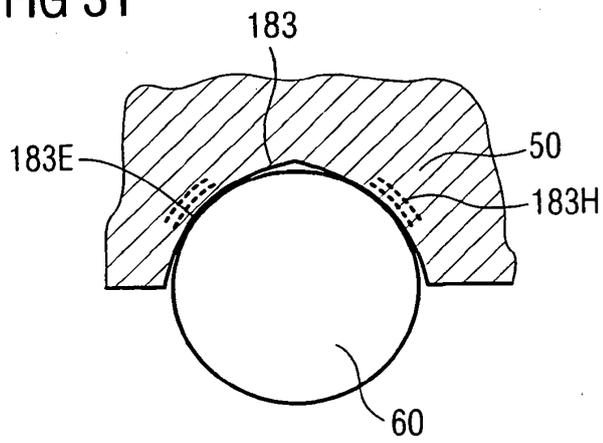


FIG 32

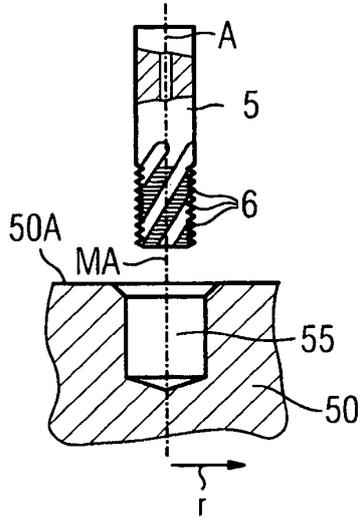


FIG 33

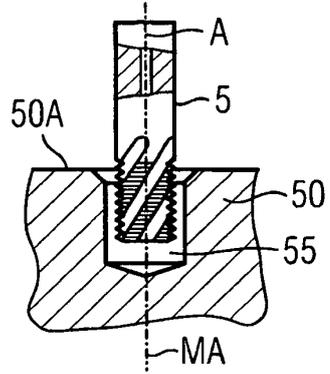


FIG 34

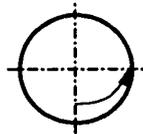


FIG 35

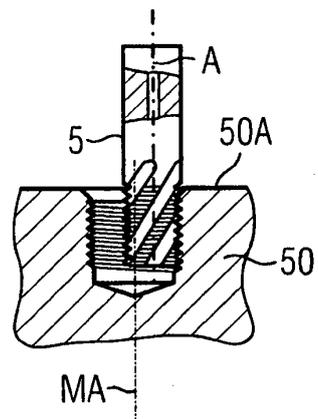
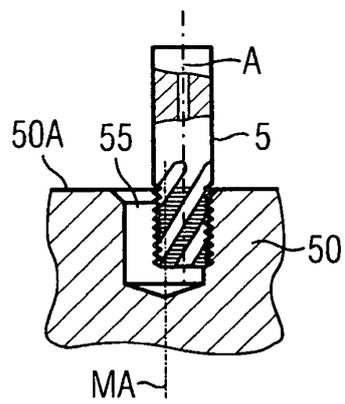
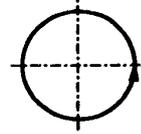


FIG 36

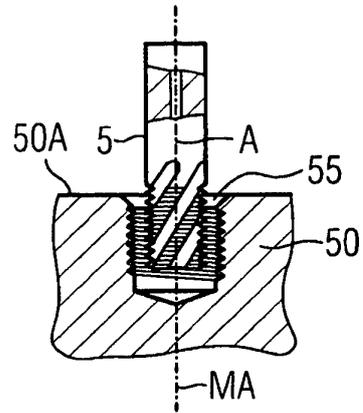
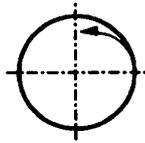


FIG 37

