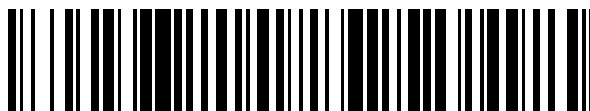


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 828 064**

51 Int. Cl.:

B22F 3/16 (2006.01)

B22F 5/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.04.2005** **PCT/US2005/011465**

87 Fecha y número de publicación internacional: **27.10.2005** **WO05099938**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.04.2005** **E 05733182 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.08.2020** **EP 1747077**

54 Título: **Método y aparato y troquel para densificar engranajes helicoidales de polvo**

30 Prioridad:

08.04.2004 US 821014

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

25.05.2021

73 Titular/es:

PMG INDIANA CORP. (100.0%)

**1751 Arcadia Drive
Columbus, IN 47201, US**

72 Inventor/es:

**TRASORRAS, JUAN, R., L. y
RILEY, ERIC, T.**

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 828 064 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

Método y aparato y troquel para densificar engranajes helicoidales de polvo

5 **Campo técnico**

Esta invención se refiere a la densificación post-sinterización de preformas de metal en polvo tales como engranajes y análogos.

10 **Antecedentes de la invención**

Los engranajes de metal en polvo y otros componentes de metal en polvo ofrecen desde hace mucho tiempo una alternativa de bajo costo a los componentes forjados. La formación de metal en polvo elimina el alto costo asociado con el maquinado. Sin embargo, los componentes de metal en polvo preparados tradicionalmente no han exhibido una resistencia suficiente y las tolerancias dimensionales necesarias para servir como alternativas de costo bajo a las aplicaciones que requieren alta resistencia, tales como los engranajes de transmisión.

Incrementar la densidad del componente de metal en polvo compactado y sinterizado puede aumentar su resistencia. Una técnica previamente conocida para aumentar la densidad de los componentes de metal en polvo sinterizado es laminar los componentes. Por ejemplo, un engranaje de metal en polvo puede ser laminado entre troqueles de formación para aumentar la densidad del componente, especialmente en la superficie, como se muestra en la patente de Estados Unidos número 5.711.187. Una desventaja de la laminación es que la densidad del componente de metal en polvo puede no ser uniforme después del proceso de laminación. Este problema puede aliviarse algo la laminación inversa; sin embargo, los pasos de procesamiento adicionales asociados con la laminación inversa aumentan el costo y la complejidad del proceso y no pueden eliminar el problema.

Los componentes de metal en polvo también pueden ser sometidos a forja por impacto para aumentar la densidad. Las patentes de Estados Unidos números 2.542.912 y 5.009.842 describen la forja por impacto con más detalle. Durante la forja por impacto, el componente de metal en polvo es empujado a través de una abertura de un troquel de formación que da forma al componente. El troquel de formación tiene un extremo cerrado y el componente es empujado contra el extremo cerrado para mejorar o completar la densificación. El componente densificado es sacado por el extremo abierto del troquel de formación. La forja por impacto no se presta generalmente a la fabricación en altos volúmenes.

US 6168754 describe una herramienta de formación polietápica para densificar un engranaje recto. Se indica que una versión modificada podría usarse para otras formas de dientes de engranaje, tales como engranajes helicoidales. Las aberturas de troquel se definen por paredes periféricas interiores que definen la forma y el tamaño de las aberturas. La pared de cada chapa de troquel se extiende axialmente entre superficies axiales opuestas de cada chapa respectiva y es preferiblemente paralela a un eje para proporcionar una abertura de troquel de paredes rectas. La transición desde la superficie axial delantera a la pared de abertura de troquel puede tener un paso angular o radial para evitar la extracción de material.

Descripción de la invención

La presente invención proporciona un método y aparato para densificar un componente de metal en polvo, tal como un engranaje helicoidal, como se define en las reivindicaciones 1 y 8 y un troquel como el definido en la reivindicación 14. El método incluye el paso de sinterizar una preforma compactada de metal en polvo que tiene un cuerpo y una pluralidad de dientes que sobresalen del cuerpo. La preforma de metal en polvo puede estar conformada como un engranaje helicoidal. El método también incluye el paso de comprimir cada uno de los dientes de la preforma en una dirección tangencial al cuerpo. Los dientes pueden ser comprimidos transversalmente para densificar los dientes y aumentar la resistencia del componente de metal en polvo.

La invención también proporciona un aparato para comprimir los dientes de la preforma. En particular, la invención proporciona un troquel que define un agujero y una pluralidad de ranuras. El agujero del troquel puede recibir el cuerpo de la preforma y las ranuras pueden recibir individualmente los dientes. Las ranuras se extienden hacia fuera del agujero y definen una longitud y anchura.

La anchura de cada ranura individual varía a lo largo de la longitud. En particular, las ranuras incluyen una parte estrechada o en forma de cuello a lo largo de la longitud. La preforma de metal en polvo puede ser movida a través del troquel para comprimir cada uno de los dientes en una dirección tangencial al cuerpo de la preforma de metal en polvo. Específicamente, cada diente puede ser comprimido en la parte estrecha de la ranura. La preforma puede ser movida axialmente y girada durante el movimiento a través del troquel cuando la preforma está conformada como un engranaje helicoidal.

65 **Breve descripción de los dibujos**

Estas y otras características y ventajas de la presente invención se apreciarán más fácilmente cuando se consideren en conexión con la descripción detallada siguiente y los dibujos anexos, donde:

La figura 1 es una vista en perspectiva en sección transversal parcial de una preforma de metal en polvo y un troquel según una realización de la invención.

La figura 2 es una vista lateral en sección transversal del troquel representado en la figura 1.

La figura 3 es una primera vista en sección transversal superior del troquel representado en las figuras 1-2 donde la sección transversal se ha tomado a lo largo de un plano incluyendo las partes estrechadas de las ranuras.

La figura 4 es una segunda vista en sección transversal superior del troquel representado en las figuras 1-3, donde la sección transversal se ha tomado a lo largo de un plano incluyendo una parte más ancha de las ranuras.

Y la figura 5 es una vista esquemática en sección axial de una herramienta de formación de etapas múltiples incluyendo el troquel representado en las figuras 1-4 y una pluralidad de troqueles contruidos de forma similar.

Mejor modo de realizar la invención

La presente invención proporciona un método para producir artículos de metal en polvo. El método incluye el paso de sinterizar una preforma compactada de metal en polvo 10 que tiene un cuerpo cilíndrico 12 con un diámetro de cuerpo 14. La preforma 10 también incluye una pluralidad de dientes 16 que sobresalen del cuerpo cilíndrico 12 a las puntas 18. Las múltiples puntas 18a definen un diámetro de puntas 20.

La presente invención también incluye el paso de comprimir cada uno de los dientes 16 a través de cada diente 16 en una dirección tangencial con respecto al cuerpo cilíndrico 12. Durante el paso de compresión, los diámetros de cuerpo y puntas 14, 20 pueden mantenerse sustancialmente. Durante la compresión, cada uno de los dientes 16 es deformado de forma plástica y elástica en dirección transversal a un eje longitudinal del diente individual 16. La compresión de los dientes 16 incrementa la densificación de los dientes 16.

El método de la presente invención también puede incluir pasos adicionales, tales como comprimir radialmente la pluralidad de dientes 16 y el cuerpo cilíndrico 12 como se describe en la patente de Estados Unidos número 6.178.174 B1.

La presente invención también proporciona un dispositivo de compresión 32 para realizar el paso de compresión. El dispositivo de compresión 32 incluye un troquel 22 para recibir y conformar la preforma de metal en polvo 10. El troquel 22 puede fabricarse a partir de acero para herramientas o cualquier otro material adecuado empleado para formar troqueles. El troquel 22 incluye una superficie superior 34 y una superficie inferior 36. Un agujero 24 se extiende entre las superficies superior e inferior 34, 36. El troquel 22 puede incluir una transición entre una o ambas superficies superior e inferior 34, 36 y el agujero 24, tal como una parte redondeada o un chaflán 44.

Una pluralidad de ranuras 26 se extienden radialmente hacia fuera del agujero 24. Cada una de la pluralidad de ranuras 26 se define por un par de perfiles de forma de diente, tales como los perfiles de forma de diente 25, 25a. Los perfiles de forma de diente 25, 25a se extienden una altura predeterminada radialmente hacia dentro al centro del agujero 24. El cuerpo cilíndrico 12 puede ser recibido en el agujero 24 y los dientes 16 pueden ser recibidos individualmente en las ranuras 26. En la realización de la invención representada en las figuras, las ranuras 26 son helicoidales. El troquel 22 recibe una preforma 10 conformada como un engranaje helicoidal. Sin embargo, la presente invención se puede poner en práctica con un troquel que tenga ranuras rectas para recibir engranajes de dientes rectos.

Con referencia ahora a las figuras 2-4, cada una de la pluralidad de ranuras 26 incluye una longitud 28 definida entre las superficies superior e inferior 34, 36. Además, cada una de las ranuras 26 define una profundidad 46 que se extiende entre el agujero 24 y una superficie exterior 54. La profundidad 46 puede ser sustancialmente constante a lo largo de la longitud 28. La profundidad 46 corresponde generalmente a la altura de los dientes 16. La pluralidad de superficies 54 define un diámetro correspondiente al diámetro de puntas 20.

Cada una de las ranuras 26 también incluye una anchura variable 30, 42 a lo largo de la longitud 28. Por ejemplo, la ranura 26 incluye una primera parte 38 que tiene una primera anchura 30 y una segunda parte 40 que tiene una segunda anchura 42. La anchura 30 puede corresponder generalmente a la anchura de los dientes 16. La segunda anchura 42 es tangencialmente más estrecha que la primera anchura 30 con respecto al agujero 24.

La segunda parte 40 puede definir una parte en forma de reloj de arena 50. La parte en forma de reloj de arena 50 incluye una parte de constricción ahusada o en rampa o de estrechamiento gradual 74, donde una anchura 30a se estrecha a la anchura 42. La parte en forma de reloj de arena 50 también incluye una parte de expansión ahusada o en rampa o de ensanchamiento gradual 76, donde la anchura 42 se ensancha a una anchura 30. Las anchuras 30 y

30a pueden ser las mismas o pueden ser diferentes. La parte en forma de reloj de arena 50 se puede disponer a lo largo de la longitud 28 uniformemente espaciada entre las superficies superior e inferior 34, 36.

5 El agujero 24 y las ranuras 26, adyacentes a la superficie superior 34, definen una abertura de troquel 56 que tiene un eje 68 para recibir la preforma 10. El agujero 24 y la pluralidad de superficies 54 son coaxiales y se extienden sustancialmente perpendiculares a la superficie superior 34, y el troquel 22 es así un troquel de pared recta.

10 Con referencia ahora a la figura 1, en la operación, la preforma de metal en polvo 10 puede estar asociada operativamente con un punzón 58. El punzón 58 puede mover la preforma 10 axial y rotacionalmente a lo largo del eje 68. El punzón 58 empuja rotacional y axialmente la preforma 10 a través de un espaciador 60 colocado adyacente a la superficie superior 34. El espaciador 60 puede facilitar la introducción de la preforma 10 con respecto a la abertura de troquel 56 del troquel 22. El espaciador 60 también puede incluir ranuras 62 alineadas con las ranuras 26 del troquel 22 para recibir y guiar el movimiento de los dientes 16. El espaciador 60 se puede formar a partir de un material relativamente más blando que la preforma de metal en polvo 10 para reducir la probabilidad de que la preforma 10 se dañe en caso de desalineación.

15 El punzón 58 empuja rotacional y axialmente la preforma 10 a través del troquel 22. Un espaciador de soporte 64 puede estar colocado adyacente a la superficie inferior 36 para soportar el troquel 22 durante el movimiento de la preforma 10 a través del troquel 22. El espaciador 64 puede incluir ranuras 66 alineadas con ranuras 26 para recibir y guiar el movimiento de los dientes 16.

20 Durante el movimiento de la preforma 10 a través del troquel 22, cada uno de la pluralidad de dientes 16 pasa a través de partes de estrechamiento 42 de las ranuras individuales 26. Las partes de estrechamiento 42 de las ranuras 26 corresponden a zonas de anchura de ensanchamiento definidas por perfiles de forma de diente 25, 25a dispuestos en lados opuestos de las ranuras 26. Los dientes 16 son comprimidos y deformados gradualmente durante el movimiento a lo largo de la parte de estrechamiento 74 de la parte en forma de reloj de arena 50. La compresión máxima de los dientes 16 tiene lugar en la segunda parte 40 donde la anchura de los dientes 16 corresponde a la segunda anchura 42. La segunda parte 40 actúa para desplazar transversalmente material de los dientes 16, dirigiendo la compresión tangencialmente con relación a la parte de cuerpo 12, impartiendo densificación a los dientes 16.

25 Después de que los dientes pasan por la segunda parte 40 durante el movimiento a lo largo del eje 68, los dientes 16 pueden expandirse tangencialmente hacia fuera a lo largo de la parte de ensanchamiento 76 de la pared de reloj de arena 50 para recuperar al menos parte y preferiblemente sustancialmente todo el componente elástico de la deformación que tenía antes de encontrar la segunda parte 40. Las partes de ensanchamiento 76 de las ranuras 26 corresponden a zonas de anchura de estrechamiento definidas por perfiles de forma de diente 25, 25a dispuestos en lados opuestos de las ranuras 26.

30 El troquel 22 puede estar incorporado a una herramienta de formación de etapas múltiples, como se representa en la figura 5. Se puede disponer una pluralidad de troqueles 22, 22A, 22B, 22C en relación axialmente espaciada con las aberturas de troquel 56, 56A, 56B, 56C dispuestas concéntricamente alrededor del eje 68. Las aberturas de troquel 56, 56A, 56B, 56C pueden tener la misma forma general, pero variar de tamaño. Por ejemplo, la abertura de troquel más pequeña 56 se puede disponer en un extremo axial 70 y una abertura de troquel más pequeña 56C se puede disponer en un segundo extremo axial 72.

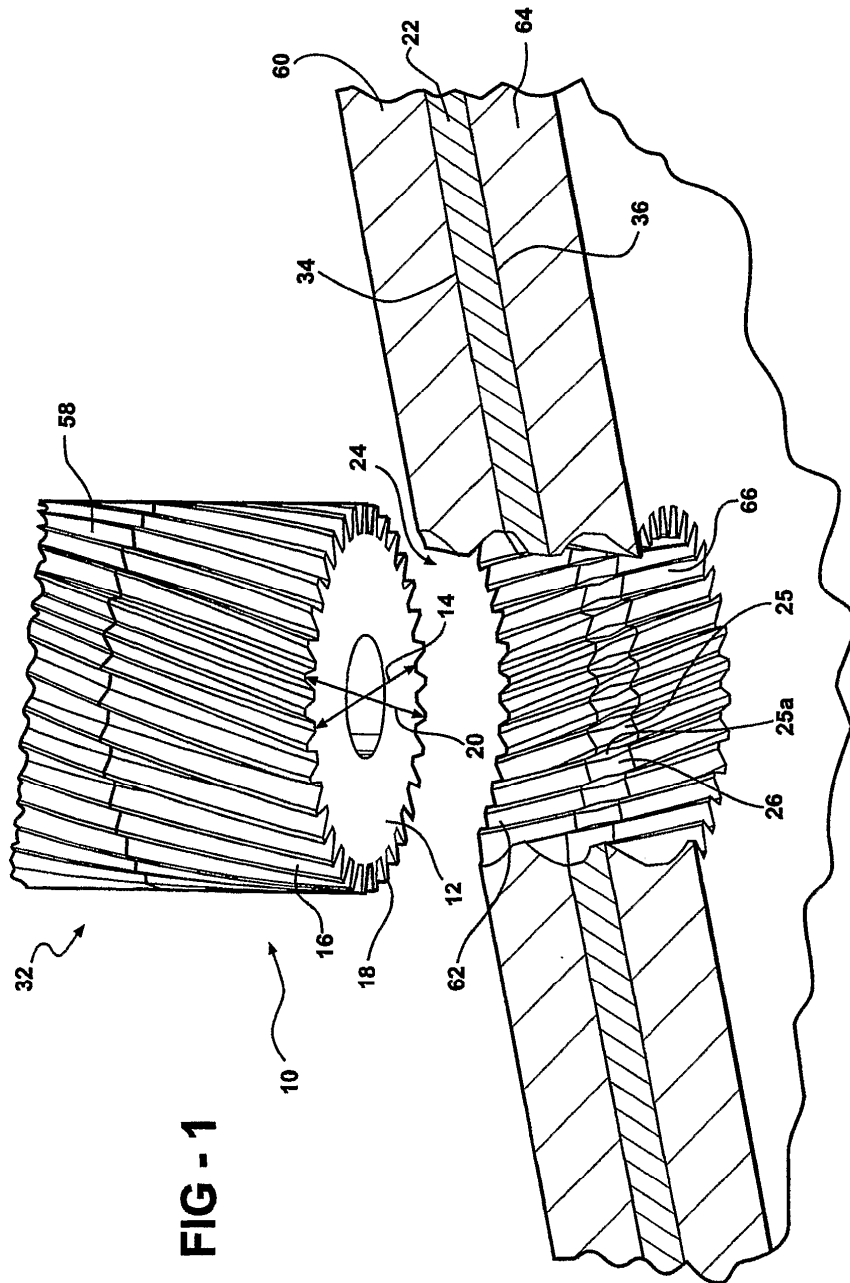
35 Los troqueles 22, 22A, 22B, 22C pueden estar separados por chapas espaciadoras 64, 64A, 64B que fijan los troqueles 22, 22A, 22B, 22C en relación axialmente espaciada. Durante el movimiento a lo largo del eje 68, la preforma 10 se puede girar para el paso a través de cada uno de la pluralidad de troqueles 22, 22A, 22B, 22C. Además, durante el movimiento a través de cualquiera de los troqueles 22, 22A, 22B, 22C, el diámetro de cuerpo 14 del cuerpo 12 y el diámetro de puntas 20 de la pluralidad de puntas 18 pueden mantenerse.

40 Obviamente, muchas modificaciones y variaciones de la presente invención son posibles a la luz de las ideas anteriores. Por lo tanto, se ha de entender que, dentro del alcance de las reivindicaciones anexas, la invención se puede poner en práctica de modo distinto al descrito específicamente. La invención se define por las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un método para producir artículos de metal en polvo comprendiendo los pasos de: sinterizar una preforma de metal en polvo compactado (10) que tiene una pluralidad de dientes (16); y forzar el movimiento de la preforma de metal en polvo (10) axialmente a través de al menos un troquel (22) que tiene unos perfiles de forma de diente (25, 25a) que forman una pluralidad de ranuras helicoidales (26) que se extienden axialmente a través de dicho al menos un troquel (22), teniendo cada una de dicha pluralidad de ranuras helicoidales (26) una longitud (28) definida entre superficies superior e inferior (34, 36) de dicho al menos un troquel (22), **caracterizado porque** cada una de dichas ranuras helicoidales (26) en dicho al menos un troquel (22) es continua con otras ranuras helicoidales (26) en al menos un troquel adyacente (22), cada una de dichas ranuras helicoidales continuas (26) tiene una anchura variable (30, 42) a lo largo de dicha longitud (28), definiendo colectivamente dichos perfiles de forma de diente (25, 25a) una zona de anchura de ensanchamiento, correspondiente a una parte de estrechamiento (74) de cada una de dichas ranuras helicoidales continuas (26) sobre al menos una parte delantera de los perfiles de forma de diente (25, 25a) en la dirección de movimiento axial de la preforma (10) a través de dicho al menos un troquel (22), enganchando y densificando dicha parte de estrechamiento (74) de cada una de dichas ranuras helicoidales continuas (26) los dientes (16) de la preforma (10).
2. El método de la reivindicación 1, incluyendo guiar la preforma de metal en polvo (10) a enganche con dicho al menos un troquel (22) con un primer espaciador (60, 64) que tiene dientes de guía que se extienden entre los dientes (16) de la preforma (10).
3. El método de la reivindicación 2, incluyendo formar los dientes de guía del primer espaciador (60) a lo largo de una hélice.
4. El método de la reivindicación 3, incluyendo proporcionar una pluralidad de espaciadores axialmente sucesivos (60, 64) y troqueles (22), con los respectivos perfiles de forma de diente (25, 25a) de los troqueles (22) configurados para impartir densificación progresivamente incrementada de los dientes (16) de la preforma.
5. El método de la reivindicación 4, incluyendo alinear los respectivos perfiles de forma de diente (25, 25a) de la pluralidad de troqueles (22) y los respectivos dientes de guía de los espaciadores (60, 64) a lo largo de un eje helicoidal común correspondiente a una estructura helicoidal de los dientes (16) de la preforma (10), y formar los respectivos perfiles de forma de diente (25, 25a) de la pluralidad de troqueles (22) sucesivamente más estrechos para impactar la densificación progresiva a los dientes (16) de la preforma (10).
6. El método de cualquier reivindicación, precedente incluyendo mantener constantes los diámetros de punta (14, 20) de los dientes (16) de la preforma (10) durante el movimiento axial a través del troquel (22).
7. El método de cualquier reivindicación precedente, incluyendo sacar la preforma (10) de la parte de estrechamiento (74) de cada una de dichas ranuras helicoidales continuas (26) y pasarla a una parte de ensanchamiento (76) de cada una de dichas ranuras helicoidales continuas (26) dentro de dicho al menos un troquel (22).
8. Un aparato para densificar dientes de engranaje helicoidales (16) de preformas de engranaje de metal en polvo sinterizado (10) comprendiendo al menos un espaciador (60, 64) que tiene dientes helicoidales (56) que se extienden en una dirección axial del espaciador (60, 64) formando ranuras helicoidales correspondientes (62) en dicho espaciador (60, 64), y al menos un troquel densificador (22) que tiene dientes helicoidales (25) y ranuras helicoidales (26) que se extienden axialmente entre las superficies superior e inferior (34, 36) de dicho al menos un troquel densificador (22); dichos dientes helicoidales (25) y ranuras helicoidales (26) de dicho al menos un troquel densificador (22) alineados en sucesión axial a los dientes helicoidales (56) y ranuras (62) correspondientes de dicho al menos un espaciador (60, 64); **caracterizado porque** dichos dientes helicoidales (25) de dicho al menos un troquel densificador (22) y dichos dientes helicoidales (56) de dicho al menos un espaciador (60, 64) forman ranuras helicoidales continuas (26, 62) entremedio; teniendo cada una de dichas ranuras helicoidales continuas (26) una longitud (28) y una anchura variable (30, 42) a lo largo de dicha longitud (28), y definiendo dichos dientes helicoidales (25) de dicho troquel densificador (22) una zona de anchura de ensanchamiento, correspondiente a una parte de estrechamiento (74) de cada una de dichas ranuras helicoidales continuas (26) más estrechas que las ranuras helicoidales correspondientes (62) del al menos único espaciador (60, 64).
9. El aparato de la reivindicación 8, donde dicho al menos un espaciador se define además como una pluralidad de espaciadores (60, 64) y dicho al menos un troquel densificador se define además como una pluralidad de troqueles densificadores (22), estando dispuesta dicha pluralidad de espaciadores (60, 64) y dicha pluralidad de troqueles densificadores (22) en orden axial alterno.
10. El aparato de la reivindicación 9, donde respectivas partes de estrechamiento (74) definidas por respectivos troqueles de dicha pluralidad de troqueles densificadores (22) son progresivamente más pequeñas para impartir densificación progresiva a los dientes (16) de la preforma (10).

11. El aparato de cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10, donde dicha superficie superior (34) de dicho al menos un troquel densificador (22) es adyacente a dicho al menos un espaciador (60, 64) y cada uno de dichos dientes helicoidales (25) de dicho al menos un troquel densificador (22) coopera con dicha superficie superior (34) para definir uno de una parte redondeada y un chaflán.
12. El aparato de cualquiera de las reivindicaciones 8 a 11, donde cada uno de dichos dientes helicoidales (25) de dicho al menos un troquel densificador (22) define una longitud axial (28) y altura a lo largo de dicha longitud (28).
13. El aparato de la reivindicación 12, donde dicha parte de estrechamiento (74) está centrada a lo largo de dicha longitud (28).
14. Un troquel (22) para producir artículos de metal en polvo comprendiendo una superficie superior (34), una superficie inferior (36) espaciada de dicha superficie superior (34), un agujero (24) que tiene un diámetro y que se extiende entre dichas superficies superior e inferior (34, 36), y una pluralidad de ranuras helicoidales (26) que se extienden entre dichas superficies superior e inferior (34, 36) radialmente hacia fuera de dicho agujero (24) donde cada una de dicha pluralidad de ranuras (26) está formada a partir de perfiles adyacentes en forma de dientes (25, 25a), **caracterizado porque** cada una de dichas ranuras helicoidales (26) es continua y cada uno de dichos perfiles de forma de diente (25, 25a) tiene una zona de anchura de ensanchamiento, correspondiente a una parte de estrechamiento (74) de cada una de dicha pluralidad de ranuras (26) de tal manera que cada una de dicha pluralidad de ranuras helicoidales continuas (26) tiene una longitud (28) y una anchura variable (30, 42) a lo largo de dicha longitud (28).
15. El troquel de la reivindicación 14, donde cada una de dicha pluralidad de ranuras helicoidales continuas (26) define una parte en forma de reloj de arena (50) a lo largo de dicha longitud (28).
16. El troquel de la reivindicación 15, donde dicha parte en forma de reloj de arena (50) está dispuesta uniformemente espaciada entre dichas superficies superior e inferior (34, 36).
17. El troquel de cualquiera de las reivindicaciones 14 a 16, donde dicho diámetro es constante entre dichas superficies superior e inferior (34, 36).



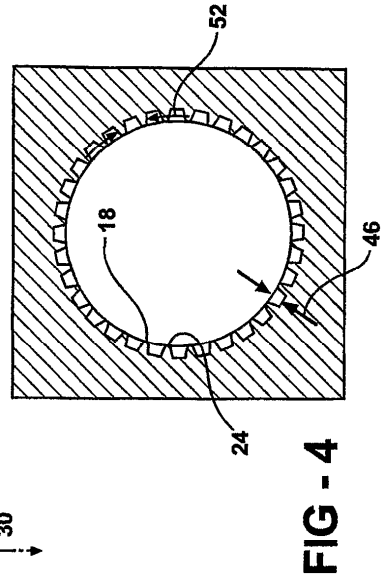
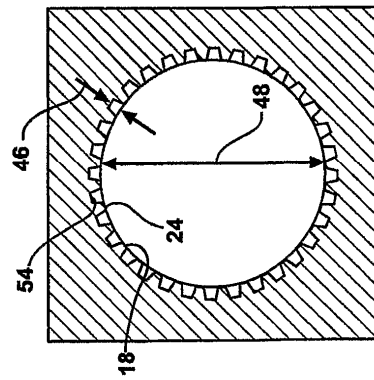
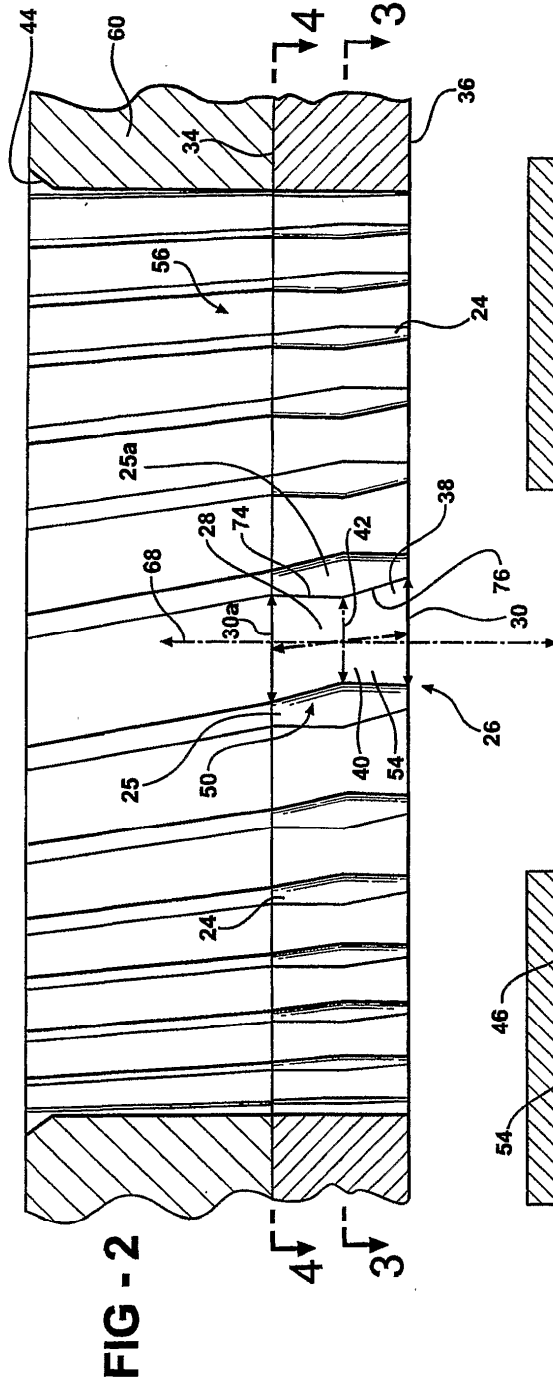


FIG - 5

