



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 292 435**

51 Int. Cl.:

B21D 22/00 (2006.01)

B22F 3/24 (2006.01)

B22F 5/08 (2006.01)

B22F 3/16 (2006.01)

B22F 3/03 (2006.01)

B22F 3/20 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **00914623 .4**

86 Fecha de presentación : **17.02.2000**

87 Número de publicación de la solicitud: **1161315**

87 Fecha de publicación de la solicitud: **12.12.2001**

54

Título: **Procedimiento y aparato para densificar preformas de metal en polvo.**

30

Prioridad: **17.02.1999 US 251163**

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.03.2008

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.03.2008

73

Titular/es: **PMG Ohio Corp.**
5800 Wolf Creek Pike
Dayton, Ohio 45426, US

72

Inventor/es: **Woolf, Richard, M. y**
Riley, Eric

74

Agente: **Curell Suñol, Marcelino**

ES 2 292 435 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 y aparato para densificar preformas de metal en polvo.

Campo técnico

La presente invención se refiere a la densificación postsinterización de preformas de metal en polvo, tales como engranajes y similares (véase, por ejemplo, el documento US-A-4.111.031).

Técnica anterior relacionada

Los engranajes de metal en polvo y otros componentes de metal en polvo han ofrecido, desde hace tiempo, una alternativa de bajo coste para numerosos componentes forjados. Sin embargo, las aplicaciones en las que se requiere componentes de alta resistencia mecánica, tales como engranajes de transmisión y similares, los componentes de metal en polvo tradicionales, no han presentado la resistencia mecánica suficientes y las tolerancias dimensionales necesarias para servir como alternativa de bajo coste a componentes forjados de alta resistencia mecánica.

Una técnica frecuentemente utilizada para densificar componentes de engranajes de metal en polvo sinterizados es la conformación por laminación. La preforma de engranaje sinterizado está embebida con un engranaje giratorio de conformación por laminación con fuerza suficiente para desplazar y densificar la superficie de los dientes de la preforma. La patente US nº 5.711.187 da a conocer la disposición general. Un inconveniente inherente con dichos procesos de conformación por laminación es que se ejerce una mayor fuerza sobre el lado conducido de los dientes de la preforma que en el lado opuesto, lo que da lugar a una densificación no uniforme y resistencia mecánica de los dientes de la preforma. Algunos de los problemas que pueden aliviarse invirtiendo la laminación en la dirección opuesta, pero la etapa de conformación adicional añade coste y complejidad a la fabricación de los engranajes y no pueden eliminar el problema en su integridad.

Además, las preformas de engranajes de metal en polvo son densificadas mediante formado por impactos de la preforma sinterizada en matrices cerradas. Véase por ejemplo, las patentes de los US nº 2.542.912 y nº 5.009.842. El proceso de placa de matriz cerrada implica cargar la preforma en un extremo de la matriz y a continuación, forzarle a pasar por un anillo de conformación, que modela la pieza. Al final de la carrera, la preforma es comprimida contra un punzón opuesto o una pared inferior de la matriz para impartir la densificación. A continuación, la pieza es expulsada a través del mismo extremo abierto. El proceso no se presta a una fabricación con alto régimen de producción de componentes de metal en polvo.

Un objetivo de la presente invención es avanzar la técnica de la densificación de preformas de metal en polvo para obtener componentes de metal en polvo de alta precisión y alta resistencia mecánica, tales como engranajes de transmisión, que son comparables en resistencia y precisión a los correspondientes engranajes forjados de una manera más económica.

Sumario de la invención y ventajas

La invención se define por las características descritas en las reivindicaciones 1, 11 ó 17.

Se da a conocer un procedimiento para obtener artículos de metal en polvo que comprende las operaciones de compactar y sinterizar una preforma de metal en polvo, que presenta una parte del perímetro exte-

rior que se va a densificar, proporcionando una herramienta conformadora multietapa, según la invención, que presenta una pluralidad de placas matrices conformadoras dispuestas en una sucesión axialmente espaciada que define una serie de aberturas de matrices de tamaño progresivamente más pequeño que suele corresponder, en su forma, a la parte de la preforma que se va a densificar, pero siendo relativa y progresivamente de menor tamaño que el de la parte de la preforma que se va a densificar y forzando a la preforma, en sentido axial, a través de las matrices desde mayor a menor y deformando, de forma plástica y elástica, la parte de preforma en progresión escalonada a través de las aberturas de las matrices para conseguir una densificación y dimensionamiento de la parte de preforma e impartiendo esfuerzos de compresión a la preforma, con el espaciado entre matrices adyacentes siendo suficientes para permitir el retroceso elástico del material de la preforma entre placas de matriz sucesivas.

La invención es ventajosa por cuanto que proporciona un medio económico de conformar componentes de metal en polvo de alta precisión y alta densidad usando una herramienta conformadora de varias etapas simple pero de alto rendimiento y un procedimiento de densificación adecuado. La superficie periférica exterior de las partes conformadoras entra en contacto con el material de la preforma en cada etapa e inducen una deformación elástica y plástica de la preforma. La preforma se puede desplazar de una forma casi estática o con muy alta velocidad, asegurando un impacto sobre la preforma que da lugar a una deformación plástica rápida. El resultado de la deformación de la herramienta conformadora densifica la preforma en la proximidad de las paredes periféricas interiores en contacto con la herramienta conformadora. Esta densificación da lugar a una graduación de la densidad y por lo tanto, de las propiedades del material. La densidad es mayor en las paredes periféricas y disminuye de forma gradual. Dicha variación de las propiedades del material causa una recuperación elástica incompleta del material, que da lugar a esfuerzos residuales de compresión. En cada etapa sucesiva, se produce más deformación y menos recuperación elástica que da lugar a un aumento de los esfuerzos residuales compresivos. El espaciado entre placas de matriz sucesivas permite que la preforma se recupere elásticamente en preparación para una nueva deformación por la siguiente placa de matriz. La recuperación de la deformación elástica, entre placas de matriz, es conveniente para maximizar los esfuerzos compresivos introducidos a la preforma en cada etapa para contribuir al reforzamiento de la preforma.

Breve descripción de los dibujos

Estas y otras características y ventajas de la presente invención se pondrán más claramente de manifiesto cuando se consideren en relación con la siguiente descripción detallada y dibujos adjuntos, en los que:

La Figura 1 es una vista en sección axial esquemática de una herramienta conformadora de varias etapas construida según la invención;

la Figura 2 es una vista en sección transversal ampliada tomada generalmente a lo largo de la línea 2 - 2 de la Figura 1;

la Figura 3 es una vista en sección fragmentaria ampliada de una parte de la herramienta de la Figura 1 representada en la conformación de una preforma;

las Figuras 4 y 5 son vistas en sección de una preforma de metal en polvo antes y después del procesamiento, respectivamente, a través de la herramienta conformadora de varias etapas de la invención;

la Figura 6 es una vista en sección fragmentaria ampliada de una construcción alternativa de la herramienta conformadora y

la Figura 7 es una vista en sección fragmentaria ampliada de una preforma de metal en polvo conformada por la herramienta representada en la Figura 6.

Descripción detallada

Una herramienta conformadora de varias etapas para densificar preformas de metal en polvo se designa generalmente por la referencia numérica 10 en la Figura 1 y comprende una pluralidad de placas de matriz discretas 12 que presentan aperturas de matrices 14 conformadas teniendo la misma forma general, pero variando de tamaño. Las placas de matriz 12 están dispuestas en una relación axialmente espaciada con las aperturas de matrices 14 dispuestas concéntricamente alrededor de un eje común A y dispuestas en sucesión axial desde la mayor de las aberturas de matrices, en un extremo axial 16 de la herramienta, a la más pequeña de las aberturas de matrices en un extremo axial opuesto 18. Las placas de matriz 12 están separadas por placas espaciadoras 20 que fijan las placas de matriz 12 en su relación espaciada axialmente.

Las placas de matriz 12 se pueden fabricar de acero para herramientas u otros materiales adecuados que suelen emplearse para aplicaciones de matrices conformadoras. Las aberturas de las matrices 14 están definidas por paredes periféricas interiores 22 que determinan la forma y tamaño de las aberturas 14. La pared 22 de cada placa de matriz 12 se extiende, en sentido axial, entre superficies axiales opuestas 24, 26 de cada placa respectiva y es preferentemente paralela al eje A para obtener una abertura de matriz de paredes rectas. La transición desde la superficie axial inicial 24 a la pared de abertura de matriz 22 es preferentemente brusca y puede presentar una forma de ataque angular o radial para impedir la eliminación de material. Este cambio brusco, acoplado con una alta velocidad de alimentación de la preforma a través de las aberturas de matrices, ejerce una fuerza de impacto a una preforma para inducir esfuerzos compresivos. En la forma de realización ilustrada, las aberturas de matrices 14 están conformadas en la forma inversa de un engranaje cilíndrico, con la más pequeña de las placas de matriz 12 en correspondencia estrecha, en tamaño y forma, con el tamaño y forma acabado deseado de un engranaje de metal en polvo que se vaya a conformar por la herramienta de varias etapas 10. Queda entendido que la invención no está limitada a la formación de engranajes cilíndricos. Otras formas de dientes de engranajes, tales como engranajes helicoidales, se pueden densificar y las placas de matriz estarían provistas de hélice o de un frente de ataque angular adecuado y la preforma se gira a medida que avanza, en sentido axial, a través de las placas de matriz para admitir la forma de diente de engranaje helicoidal.

Además, la herramienta 10 comprende un ariete o punzón de la pieza que se trabaja 28 dimensionado y soportado adyacente al extremo axial superior 16 de la herramienta para su desplazamiento a través de las aberturas de matrices 14 a lo largo del eje A hacia el extremo axial inferior 18 para avanzar las preformas de metal en polvo a través de la herramienta 10 a una velocidad y fuerza predeterminadas. El ariete 28 com-

prende una platina 30 que presenta una superficie de acoplamiento de la pieza más baja 32 dimensionada para su paso a través de las aberturas de matrices 14. La platina 30 está montada en un dispositivo de accionamiento lineal 34 que actúa para desplazar la platina 30, en sentido axial, a través de las aberturas de matrices 14 y se puede accionar de forma hidráulica, neumática, eléctrica, mecánica o por otro medio adecuado para hacer avanzar la platina 30 a una velocidad predeterminada a través de las aberturas de matrices 14 bajo condiciones de carga predeterminadas.

La Figura 4 ilustra una preforma de metal en polvo 36, a modo de ejemplo, para ser densificada por la herramienta conformadora de varias etapas 10. La preforma 36 es compactada y sinterizada para proporcionar un perímetro exterior 38 de una configuración deseada que, en la forma de realización ilustrada, está en la forma general de un engranaje cilíndrico. La preforma de engranaje cilíndrico 36 comprende una serie de dientes de engranajes uniformes 40 que se extienden, en sentido radial, desde un cuerpo de preforma 42. Después de compactar y sinterizar, los dientes 40 y el cuerpo 42 presentan aproximadamente la misma densidad. El objetivo de procesar la preforma 36 mediante la herramienta conformadora de varias etapas es para densificar el perímetro exterior 38 de la preforma 36 y de este modo, endurecer los dientes de los engranajes 40. Además de densificación, la herramienta 10 imparte esfuerzos compresivos beneficiosos al perímetro exterior lo que, además, endurece los dientes de los engranajes 40.

En funcionamiento, y haciendo referencia inicialmente a la Figura 1, la preforma 36 se sitúa por encima de la placa de matriz más alta 12 adyacente al extremo abierto axial superior 16 de la herramienta conformadora 10. El ariete 28 es accionado para hacer avanzar con rapidez la preforma 36 a través de la serie de aberturas de matrices 14 de modo que la preforma 36 salga por el extremo abierto axial más bajo 18 de la herramienta con su perímetro exterior 38 habiendo sido densificado como resultado del paso a través de las placas de matriz 12.

El perímetro exterior 38 de la preforma 36 es inicialmente algo sobredimensionado en relación con las aberturas de matrices 14, de modo que para poder pasar a través de las placas de matriz 12, el perímetro exterior 38 se debe reducir en tamaño en sentido radial. Dicha reducción se consigue mediante la densificación del perímetro exterior 38. Tal como se ilustra en la Figura 3, cuando la preforma 36 es forzada a través de una placa de matriz 12, la pared 22 de la abertura de matriz 14 actúa para desplazar el material de la preforma en el perímetro exterior 38 radialmente hacia la parte interior impartiendo así una densificación a dicho perímetro exterior 38. Las placas espaciadoras 20 presentan aberturas centrales 44 coaxialmente alineadas con las aberturas de matrices 14 y siendo de la misma forma general, pero relativamente mayores en tamaño que las aberturas de matrices 14 para proporcionar una separación anular 46 entre placas de matriz adyacentes 12 de tal tamaño que impidan que las placas espaciadoras 20 entren en contacto con la preforma 36 durante su progresión a través de las placas de matriz 12.

Haciendo referencia todavía a la Figura 3, cuando la preforma 36 pasa a través de cada una de las aberturas de matrices 14, se deforma tanto plásticamente como elásticamente y el impacto con cada placa de matriz

12 ejerce esfuerzos compresivos beneficiosos para la preforma 36. Cuando la preforma 36 pasa a través de cada placa de matriz 12 y al interior del espacio 46 que separa cada placa de matriz 12 de la placa de matriz posterior 12, se permite a la preforma 36 expandirse en sentido radial hacia fuera para recuperar por lo menos parte, y preferentemente casi la totalidad, de la componente elástica de la deformación antes de encontrar la siguiente placa de matriz sucesiva 12. La superficie del perímetro exterior de las partes conformadoras 22 entran en contacto con el material de la preforma en cada etapa e inducen una deformación elástica y plástica en la preforma. La preforma se puede desplazar de una forma casi estática, o con muy alta velocidad, asegurando un impacto sobre la preforma que da lugar a una rápida deformación plástica. El resultado de la deformación de la herramienta conformadora densifica la preforma en la proximidad de las paredes periféricas interiores en contacto con la herramienta deformadora. Esta densificación da lugar a una graduación de la densidad y por lo tanto, de las propiedades del material. La densidad es mayor en las paredes periféricas y disminuye de forma gradual. Dicha variación de las propiedades del material causa una recuperación elástica incompleta del material, dando lugar a esfuerzos residuales compresivos. En cada etapa sucesiva, se produce más deformación y menos recuperación elástica que da lugar a un aumento de los esfuerzos residuales compresivos.

La Figura 5 ilustra la preforma 36 después de su procesamiento a través de la herramienta de varias etapas 10. Se puede observar, a partir de una comparación con la Figura 4 que el perímetro exterior 38 está algo reducido. La zona de densificación se indica en 48 como una zona punteada. Además, la zona 48 presenta esfuerzos compresivos beneficiosos impartidos a dicha zona como resultado de la reducción a través de la herramienta conformadora 10 que, junto con la densificación, endurece los dientes de los engranajes 40 para proporcionar un engranaje de alta resistencia mecánica que presenta resistencia suficiente para ser adecuado en aplicaciones de engranajes de alta resistencia mecánica, tales como componentes de engranajes de transmisión en lugar de engranajes forjados. Otra ventaja de la herramienta conformadora de varias etapas 10 es que realiza el acabado del perímetro exterior 38 de la preforma 36 para estar dentro de estrechas tolerancias comparables con la que se puede conseguir mediante engranajes forjados.

El espaciado de las placas de matriz 12 y los cambios relativos en tamaño entre etapas sucesivas para conseguir el grado deseado de densificación, esfuerzo compresivo y tolerancia dimensional depende de diversas variables, entre ellas la velocidad de avance

de la preforma 36 a través de las placas de matriz 12, el material de metal en polvo y la densidad inicial de la preforma 36, el espesor axial de la preforma 36, la configuración de la preforma, etc. En la forma de realización ilustrada, el espaciado entre placas de matriz adyacentes 12 es igual o mayor que el espesor axial de la preforma 36, aunque se considere más o menos espaciado. Las aberturas de matrices 14 pueden disminuir de tamaño, por ejemplo, a intervalos de 0,05 mm (0,002 pulgadas) en cada etapa de matriz. como mejor se ilustra en la Figura 2, las placas de matriz sucesivamente más pequeñas se ilustran como siendo uniformemente reducidas en la dirección radial en cada etapa, de modo que resulte una densificación radial uniforme del perímetro exterior 38, según se representa en la Figura 5. Sin embargo, se apreciará que la invención contempla cambios que no sean uniformes en las aberturas de matrices sucesivas 14 de modo que permitan una densificación selectiva de algunas zonas del perímetro exterior 38 más o menos que otras.

Dicha disposición se ilustra en la forma de realización alternativa de las Figuras 6 y 7, en las que se utilizan los mismos números de referencia para representar características similares, pero con el aumento de 100. La Figura 7 ilustra una preforma de engranaje 136 que presenta dientes 140 con puntas 52 y caras de trabajo 56 y la Figura 6 ilustra parte de una herramienta conformadora en la que las aberturas de matrices 114 de las placas de matriz 112 son sucesivamente más pequeñas en tamaño. Se observará que la zona 50 de las aberturas de matrices que corresponden a las puntas 52 de los dientes de la preforma 140 no cambian desde una placa de matriz 112 a la siguiente, pero cambian las zonas 54 correspondientes a las caras de trabajo 56 de los dientes 140. La Figura 7 ilustra la variación en densificación que se produce como resultado del cambio no uniforme de las aberturas de placas de matriz 114. Las caras de trabajo opuestas 56 de los dientes 140 están densificadas como resultado de múltiples operaciones de deformación realizadas en estas zonas a medida que la preforma 136 pasa a través de las aberturas de matrices de tamaños relativamente más pequeños 114. Las puntas 52 de los dientes 140 están densificadas en una menor medida, según se indica por la zona punteada más estrecha, que han sufrido menor reducción a través de las placas de matriz 112.

Evidentemente, son posibles numerosas modificaciones y variaciones de la presente invención a la luz de las enseñanzas anteriores. Por lo tanto, debe entenderse que, dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas, la invención se puede realizar de otro modo a la que se ha descrito específicamente. La invención se define por las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para producir productos de metal en polvo que comprenden la compactación y sinterización de una preforma de metal en polvo (36, 136) que presenta una parte de perímetro exterior (38) de la forma predeterminada que se va a densificar y **caracterizado** porque da a conocer una herramienta conformadora de varias etapas (10) que presenta una pluralidad de placas de matriz conformadoras axialmente espaciadas (12, 112) con unas aberturas de matrices (14, 114) de la misma forma general que la que presenta la parte del perímetro exterior de la preforma, pero siendo de tamaño progresivamente más pequeño y forzando a la preforma a través de las aberturas de matrices desde la mayor a la menor y deformando, de forma plástica y elástica, la parte del perímetro exterior en progresión escalonada a través de las aberturas de matrices para dimensionar y densificar la parte de perímetro exterior e impartir esfuerzos compresivos a la preforma con el espaciado entre las placas de matriz que permiten un retroceso elástico del material de la preforma entre placas de matriz sucesivas.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que el perímetro exterior (38) de la preforma compactada y sinterizada se conforma para ser inicialmente sobredimensionada en relación con el tamaño de las aberturas de matrices.

3. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado** porque compacta y sinteriza la preforma en la forma general de un engranaje que presenta una serie de dientes de engranajes periféricos exteriores (40, 140) de tamaño predeterminado y proporciona las aberturas de matrices (14, 114) en la forma general de dientes de engranajes inversos relativamente más pequeños en tamaño que los dientes de engranajes de preforma de modo que deformen y densifiquen, de modo repetido, los dientes de la preforma en las múltiples etapas de placas de matriz.

4. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado** porque fabrica la preforma (36, 136) con una longitud axial fija y espaciando las placas de matriz (12, 112) a una distancia que corresponde, en general, al espesor de la preforma en sentido axial.

5. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado** porque reduce y densifica el perímetro exterior completo (38) de la preforma al pasar a través de las aberturas de matrices (14).

6. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado** porque proporciona a la herramienta conformadora (10) unos extremos axiales opuestos (16, 18) que están abiertos e introducir la preforma en la herramienta en un extremo axial (16) y expulsar la preforma desde el extremo axial opuesto (18) de la herramienta.

7. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado** porque dispone unos espaciadores (20) entre las placas de matriz sucesivas (12, 112) para soportar las placas de matriz en su relación espaciada en sentido axial

8. Procedimiento según la reivindicación 7, **caracterizado** porque separa los espaciadores en sentido radial hacia fuera de las aberturas de matrices para obtener un espacio de expansión anular (46) entre placas de matriz sucesivas para admitir el retroceso elástico de la preforma.

9. Procedimiento según la reivindicación 8, **carac-**

terizado porque impacta de manera forzada la preforma contra una cara expuesta (24) de cada placa de matriz.

10. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores **caracterizado** porque fuerza la preforma a través de las aberturas de matrices sucesivas (14, 114) desplazando la preforma y las matrices una con respecto a las otras, en sentido axial, de las aberturas de matrices.

11. Herramienta conformadora de varias etapas (10) para densificar una preforma de metal en polvo compactada y sinterizada (36, 136) que presenta una parte periférica exterior (38) de forma inicial predeterminada y del tamaño que se va a densificar, estando **caracterizada** dicha herramienta porque presenta una pluralidad de placas de matriz (12, 112) montadas en sucesión axial y estando espaciadas, en sentido axial, una respecto a la otra en una distancia predeterminada y una correspondiente pluralidad de aberturas de matrices (14, 114) formadas en dichas placas de matriz que presentan la misma forma general que la parte periférica exterior de la preforma que se va a densificar, pero variando en tamaño y dispuestas en sucesión axial desde la mayor a la más pequeña, con cada abertura de matriz sucesiva más pequeña que la abertura de matriz anterior en una magnitud predeterminada.

12. Herramienta según la reivindicación 11, **caracterizada** porque presenta unas placas espaciadoras (20) dispuestas entre dichas placas de matriz (12, 112) que definen unos espacios anulares extendidos en sentido radial (46) entre dichas placas de matriz para permitir por lo menos una recuperación parcial de una componente elástica de la deformación ejercida a la preforma a medida que pasa a través de cada una de dichas aberturas de matrices.

13. Herramienta según la reivindicación 11 ó 12, **caracterizada** porque dicha herramienta presenta unos extremos abiertos axialmente opuestos (16, 18) que definen una entrada para la preforma en uno de dichos extremos asociados con la mayor de dichas aberturas de matrices y una salida para la preforma en el extremo opuestos asociado con la más pequeña de dichas aberturas de matrices.

14. Herramienta según cualquiera de las reivindicaciones 11 a 13, **caracterizada** porque dichas aberturas de matrices (14, 114) presentan la misma forma general inversa de los dientes de engranajes (40, 140).

15. Herramienta según cualquiera de las reivindicaciones 11 a 14, **caracterizada** porque dichas aberturas de matrices (14, 114) disminuyen uniformemente en sucesión.

16. Herramienta según cualquiera de las reivindicaciones 11 a 15, **caracterizada** porque por lo menos una zona (54) de dichas aberturas de matrices (114) disminuyen en tamaño, en una mayor medida, entre placas de matriz sucesivas que en otras zonas (50).

17. Herramienta conformadora de varias etapas (10) para densificar e impartir esfuerzos compresivos a preformas de engranajes de metal en polvo compactadas y sinterizadas (36, 136), que comprende una pluralidad de placas de matriz (12, 112) dispuestas en sucesión axial que presentan unas aberturas de matrices (14, 114) conformadas en la forma general inversa de los dientes de engranajes y variando en tamaño desde la mayor a la menor y unos espaciadores (20) dispuestos entre dichas placas de matriz que las soportan en una relación espaciada axialmente entre sí

y que definen unos espacios de expansión extendidos (46) entre dichas placas de matriz para admitir por lo menos una recuperación parcial de una componente

elástica de la deformación impartida a la preforma a medida que pasa a través de cada una de dichas aberturas de matrices.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

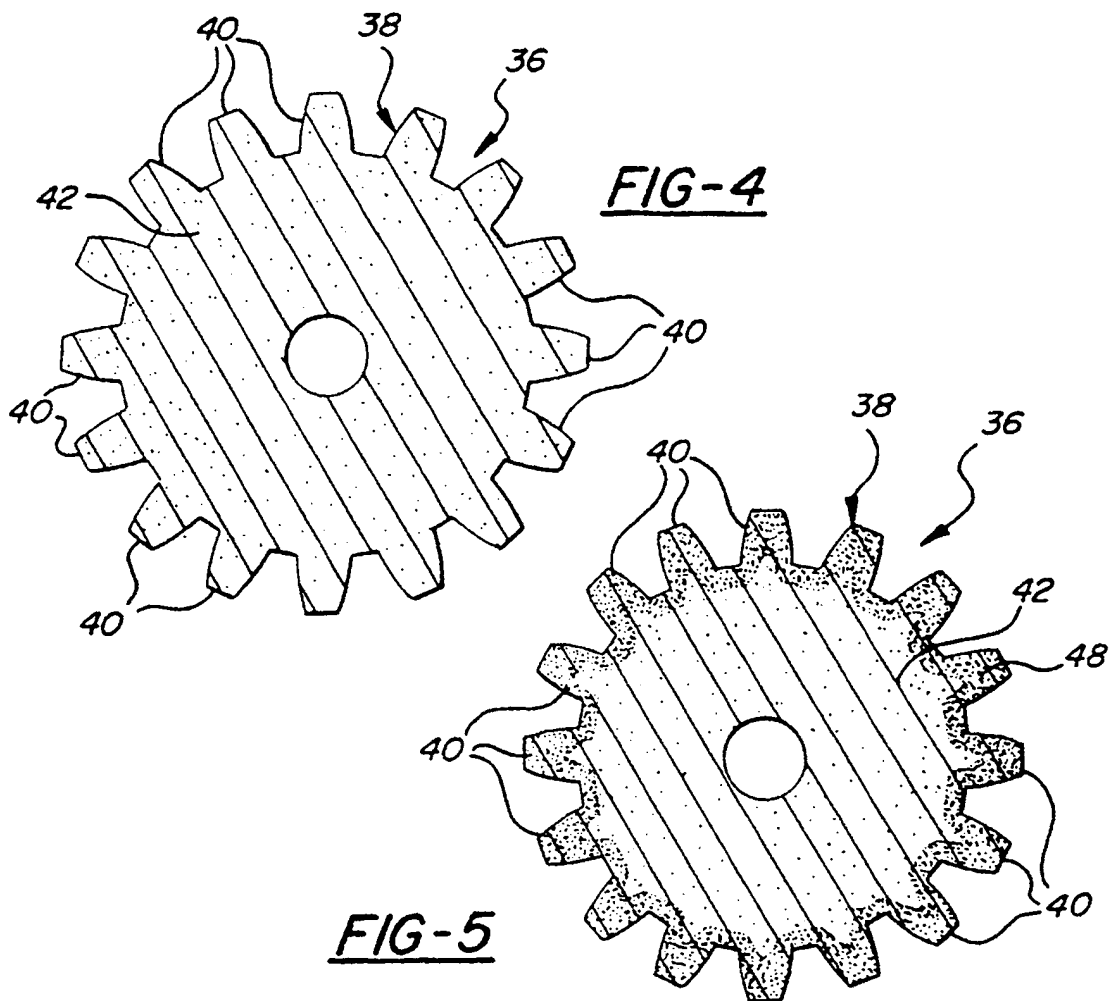
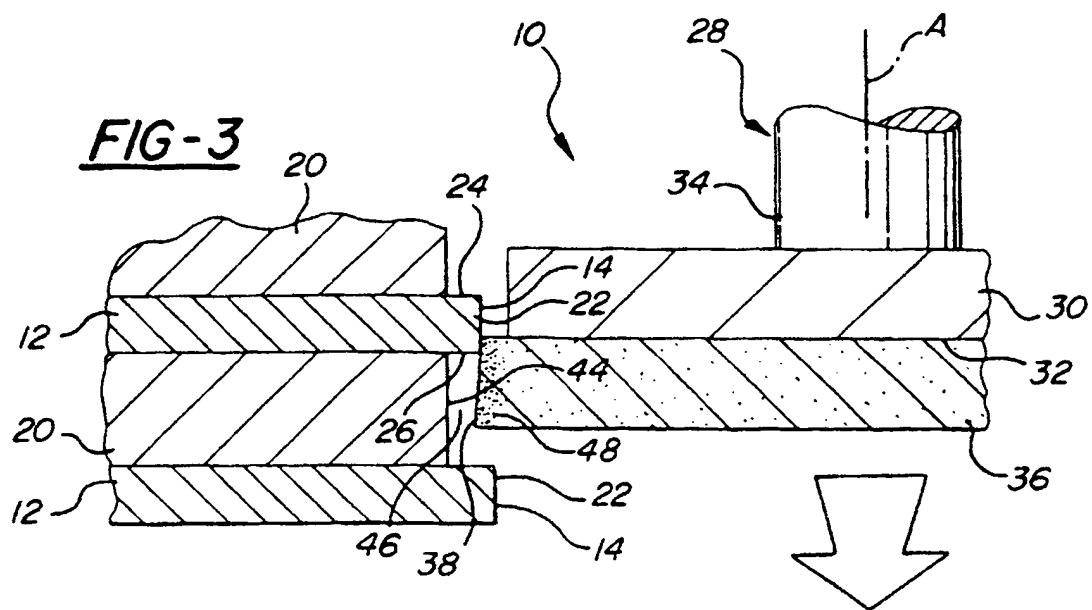


FIG-6

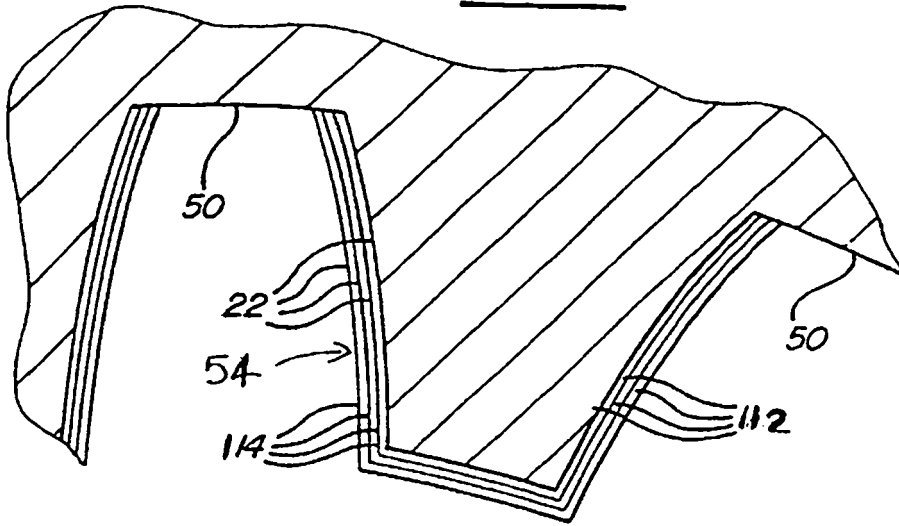


FIG-7

