



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 360 673**

51 Int. Cl.:
B22F 3/24 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **03815498 .5**

96 Fecha de presentación : **30.12.2003**

97 Número de publicación de la solicitud: **1590115**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **02.11.2005**

54 Título: **Procedimiento para la fabricación de artículos metálicos con la superficie densificada.**

30 Prioridad: **14.01.2003 US 341838**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
08.06.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
08.06.2011

73 Titular/es: **PMG INDIANA Corp.**
1751 Arcadia Drive
Columbus, Indiana 47201, US

72 Inventor/es: **Woolf, Richard, Mark**

74 Agente: **Morgades Manonelles, Juan Antonio**

ES 2 360 673 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

5 Procedimiento para la fabricación de artículos metálicos con la superficie densificada

1. Campo técnico

10 La presente invención se refiere a la fabricación de artículos de metal en polvo y más particularmente a artículos que presentan una superficie exterior densificada.

2. Técnica relacionada

15 En la técnica se conoce como densificar superficialmente artículos de metal en polvo compactados y sinterizados, con el objetivo de obtener una capa densificada del material metálico en polvo sobre la superficie del artículo. Las patentes anteriores US n.º 6.017.489 y 6.168.754 que son propiedad común del cesionario de la presente invención, dan a conocer unas herramientas de densificación multietapa que presentan una serie de partes de conformación separadas linealmente, de un tamaño progresivo, que cuando se fuerzan en toda la superficie interior o exterior de la preforma de metal en polvo, obtienen una capa densificada del material en la superficie.

20 Surge una dificultad particular cuando la superficie a densificar es una superficie ciega que es inaccesible desde ambos extremos, tal como la superficie exterior de un cubo que se extiende desde una gran base radial de un componente, o la pared interior de un manguito con el extremo cerrado o bloqueado. La patente US n.º 5.540.883 anterior, explica un proceso de densificación de dichas superficies ciegas mediante una operación de conformación con rodillo en la que una herramienta de conformación se fuerza a rodar contra la superficie ciega de la dirección de su perímetro para obtener una capa densificada. No obstante, dependiendo de la forma y de la accesibilidad de la dicha superficie, la densificación mediante conformación por rodillo puede no ser práctica o económicamente factible.

30 Constituye un objetivo de la presente invención el progreso de la técnica dando a conocer un proceso que solucione o reduzca en gran parte las limitaciones anteriores de los procesos de la técnica anterior.

SUMARIO DE LA INVENCION Y VENTAJAS DE LA MISMA

35 Un procedimiento para la fabricación de artículos metálicos en polvo según la presente invención comprende el compactado y el sinterizado del polvo metálico para producir una preforma conformada de metal en polvo que presente al menos una superficie al descubierto para ser densificada superficialmente, que se extiende paralelamente a un eje de la preforma, entre un extremo libre y un extremo ciego adyacente a una parte transversal de la preforma. Una herramienta para densificar la forma, que presenta un resalte que se extiende desde la misma se fuerza a continuación en sentido axial a lo largo de la superficie descubierta en dirección desde el extremo libre hacia el extremo ciego para densificar una capa del material en la superficie, y a continuación se invierte la dirección hacia el extremo libre.

45 Este procedimiento tiene la ventaja de proporcionar una forma sencilla pero efectiva para densificar superficialmente superficies ciegas y a menudo difíciles de acceder, de piezas de metal en polvo.

50 La presente invención tiene la ventaja adicional de ser aplicable a la densificación superficial de superficies ciegas tanto exteriores como interiores de una pieza de metal en polvo y, en una puesta en práctica preferente del procedimiento, permite la densificación de múltiples superficies en una única operación simultánea. Por ejemplo, una pieza de metal en polvo que tenga una o varias superficies interiores ciegas y una o varias superficies exteriores ciegas pueden densificarse superficialmente en una única operación, lo que ahorra tiempo y costes en la fabricación de componentes de metal en polvo que tengan dichas características.

55 La presente invención tiene la ventaja adicional de proporcionar una gran flexibilidad para seleccionar la forma de las superficies ciegas a densificar mediante el procedimiento. Mientras que la densificación mediante conformación por rodillo está limitada a las formas que pueden tratarse con rodillo, con la densificación axial, superficies de forma compleja que no serían adecuadas para una densificación mediante conformación con rodillo, pueden sin embargo densificarse según la presente invención de una manera muy sencilla y a un coste reducido.

60 La presente invención tiene la ventaja adicional de proporcionar un mayor control sobre el grado y la uniformidad de la densificación superficial si se compara con la conformación mediante rodillo.

DIBUJOS

Estas y otras características y ventajas de la presente invención podrán ser apreciadas más fácilmente si se consideran en relación con la siguiente descripción detallada y los dibujos adjuntos, en los que:

- 5 La Figura 1 es una vista esquemática en sección de una herramienta de densificación representada en posición para densificar una superficie exterior ciega de la preforma de una pieza;
 La Figura 2 es una vista similar a la Figura 1 que representa la herramienta actuando sobre la pieza;
 La Figura 3 es una vista parcial ampliada en sección que representa las características de la herramienta y de la pieza de las Figuras 1 y 2;
 10 Las Figuras 4 a 6 son Figuras similares a las Figuras 1, 2 y 3, respectivamente, pero de una segunda forma de realización;
 Las Figuras 7 y 8 son Figuras similares a las 1 y 2, pero de una tercera forma de realización y que comprenden una parte desplazable de la herramienta de densificación;
 15 Las Figuras 9 a 11 son similares a las Figuras 1 a 3, pero de una cuarta forma de realización de la presente invención;
 Las Figuras 12 y 13 son similares a las Figuras 1 y 2, pero de una quinta forma de realización.
 Las Figuras 14 a 16 son similares a las Figuras 1 a 3, pero de una sexta forma de realización.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

Las figuras representadas en los dibujos son diversas formas de realización de artículos de metal en polvo que se han compactado y sinterizado hasta cerca de su densidad teórica total y cerca de la forma neta para incluir al menos una superficie ciega al descubierto que debe densificarse, que se extiende paralela a un eje del artículo y que presenta un extremo libre y un extremo ciego de la superficie. Algunas de las formas de realización comprenden una o varias superficies adicionales descubiertas que, según el procedimiento de la presente invención, pueden densificarse a la vez con al menos la única superficie ciega en una operación de densificación simultánea para producir una capa densificada del material metálico en polvo sobre las superficies que se han trabajado con la herramienta de densificación para incrementar la densidad de la capa hasta la densidad sustancialmente total, igual o superior al 99% de la densidad completa del material. Los detalles referentes a cada forma de realización se describirán posteriormente y a partir de las diversas formas de realización se comprenderá que el procedimiento puede aplicarse a cualquiera de un cierto número de formas de piezas con superficies internas y/o externas a densificar y, que tengan en común, que al menos una de dichas superficies sea ciega, de tal manera que bloquee el paso de la pieza frente a la herramienta de conformación.

Haciendo una referencia particular a una primera forma de realización de la presente invención representada en las Figuras 1 a 3, en 20 se muestra la preforma de un artículo de metal en polvo compactado y sinterizado que presenta una superficie ciega 22 al descubierto formada en la superficie exterior de una parte 24 de un cubo que se extiende desde una parte transversal 26 radialmente mayor de la preforma 20, de tal modo que la superficie 22 se extiende paralela a un eje A de la preforma 20 entre un extremo libre 28 de la parte 24 del cubo y un extremo ciego 30 adyacente a la parte transversal 26. El extremo 30 es ciego porque la parte transversal se cruza con la trayectoria de la superficie ciega 22 y bloquea la extensión de una herramienta de conformación frente al extremo ciego 30.

Las Figuras 1 a 3 representan además una herramienta de densificación 32 que presenta una forma que complementa estrechamente la de la forma casi neta, compactada y sinterizada de la superficie ciega 22, pero dimensionada de tal modo que cuando la herramienta 32 está más allá sobre la superficie ciega 22, compacta y densifica todavía más la superficie 22 para obtener una capa densificada 34 del material en polvo en la superficie ciega 22 que es sustancialmente totalmente densa (al 99% o más de la densidad teórica total del polvo). La herramienta 32 comprende una característica interna de conformación con una superficie 38 de conformación que sobresale radialmente, que encaja con la superficie ciega 22. La superficie de conformación 38 está dimensionada con unas dimensiones ligeramente menores que las de la superficie ciega 22, de tal modo que cuando la herramienta 32 se desplaza desde la posición representada en la Figura 1 a la posición mostrada en la Figura 2 a lo largo del eje A, la superficie saliente de conformación 38 hace que sea forzada axialmente a lo largo de la superficie ciega 22 desde el extremo libre 28 hacia el extremo ciego 30. A medida que la herramienta 32 se desplaza a lo largo de la superficie ciega 22, la superficie de conformación 38 comprime y densifica la capa 34. Esto se muestra mejor en la Figura 3, en la que se demuestra que la capa densificada 22 presenta una densidad más elevada localizada en la superficie 22 y por debajo de la misma, que la de la totalidad o del núcleo del artículo compactado y sinterizado 20.

Tal como se representa en la Figura 2, la superficie 22 se densifica mediante el avance de la herramienta 32 en sentido axial sobre la superficie 22 en una dirección desde el extremo libre 28 hacia el extremo ciego 30, y luego retrocede desde la posición de la Figura 2 volviendo a la posición de la Figura 1 para retirar la herramienta 32 de la superficie 22. Tal como se representa asimismo en la Figura 2, la herramienta 32 puede avanzar hacia el extremo libre 30 hasta el punto en que la herramienta 32 encuentra la parte transversal 26 y a continuación puede invertirse la dirección de la herramienta y retirarse de la superficie 22.

Según un aspecto adicional de la presente invención, pueden utilizarse una o varias herramientas de conformación adicionales para densificar todavía más la superficie ciega 22 y pueden avanzar de la misma manera que la primera herramienta 32 a través de la superficie ciega 22 para conseguir una densificación adicional. Por supuesto, la herramienta o herramientas de densificación posteriores estarán dimensionadas para proporcionar la compactación deseada sucesiva y la densificación de la superficie ciega 22 en cada etapa de densificación. En el caso de la superficie ciega exterior 22 ilustrada en las Figuras 1 a 3, la segunda herramienta y cualquier herramienta posterior tendrán una característica de conformación de un tamaño y una superficie de conformación progresivamente menores que la primera herramienta de densificación 32.

Tal como se observa mejor en la Figura 3, la superficie de conformación 38, saliente en sentido radial, de la herramienta de densificación 32 presenta un borde anterior inclinado 40 así como un borde posterior inclinado 42 con respecto al movimiento de la herramienta en dirección axial hacia el extremo ciego 30. Los bordes 40, 42 sirven para guiar y comprimir el material metálico en polvo en la superficie 22 cuando la herramienta 32 se desplaza a lo largo de la superficie en dirección axial de manera que compacta y densifica el material de la capa 34 sin eliminar material de la superficie 22. Cuando la herramienta de densificación se desplaza por encima de la superficie ciega 22 hacia el extremo ciego 30, se produce una deformación tanto plástica como elástica de la superficie 22 para densificar la capa 34. En consecuencia, cuando la superficie de conformación 38 pasa por encima de una parte de la superficie ciega 22 desplazándose hacia el extremo ciego 30, el material del lado posterior de la superficie de conformación 38 recupera su deformación elástica y de este modo sobresale radialmente hacia el exterior más allá del punto más interno de la superficie de conformación 38. El borde inclinado posterior 42 permite que la herramienta de conformación pueda retirarse hacia atrás sobre la superficie ciega 22, que en el movimiento de retorno comprime el material en polvo al menos elásticamente en la carrera de retorno de la herramienta de densificación 32.

Las Figuras 4 a 6 representan una disposición similar a la de las Figuras 1 a 3, excepto en que están aplicadas a densificar una superficie interna o interior ciega de un artículo de metal en polvo. De este modo, se utilizan las mismas referencias numéricas que en la descripción de la primera forma de realización de las Figuras 1 a 3, pero incrementados en 100. La diferencia principal es que la característica de conformación 136 de la herramienta de densificación 132 se proyecta radialmente hacia el exterior de la herramienta 132, de manera que densifica la capa 134 de la superficie ciega interior 122 del artículo 120. Las restantes descripciones y puntos importantes descritos anteriormente son aplicables a la segunda forma de realización y de este modo se incorporan en esta descripción como referencia.

Las Figuras 7 y 8 ilustran una tercera forma de realización de la invención en la que se utilizan las mismas referencias numéricas para representar características similares a las de la primera forma de realización de las Figuras 1 a 3, pero aumentadas en 200. En esta forma de realización, el artículo 220 presenta una superficie exterior ciega 222 a densificar de la manera descrita anteriormente, y además comprende una superficie 44 situada radialmente hacia el interior que debe también densificarse según el procedimiento de la presente invención. Además de la herramienta de densificación 232 utilizada para densificar la superficie ciega 22 situada hacia el exterior, está dispuesta una herramienta de densificación 46 que presenta una característica de conformación 48 de forma similar a la descrita en con respecto a la característica de conformación 136 de la segunda forma de realización que se utiliza para densificar la superficie interior 44, preferentemente de forma simultánea a la densificación de la superficie ciega exterior 234. Aún más, el artículo 220 de la tercera forma de realización presenta una superficie exterior adicional 50 que debe densificarse de la misma manera descrita anteriormente en relación con la superficie interior ciega 222. Con este objetivo está dispuesta una tercera herramienta de densificación 52 que presenta una característica asociada de conformación 54 que corresponde preferentemente a la característica de conformación 236 de la primera herramienta de densificación 232.

Según un aspecto adicional preferido de la presente invención, las diversas herramientas de densificación 232, 46 y 52 pueden estar soportadas para un movimiento axial relativo entre sí para conseguir la densificación de las superficies 222, 44 y 50 en una operación única y simultánea. Tal como se representa mediante una comparación de las Figuras 7 y 8, se ve que las herramientas, interior 46 y exterior 52 de densificación, se desplazan axialmente con respecto a la primera herramienta de densificación 32 durante la carrera de densificación en ambas direcciones axiales. Ello permite que las superficies interior y exterior 44, 50 relativamente largas, se densifiquen simultáneamente a la densificación de la superficie ciega 222 que es relativamente más corta. Por consiguiente, el movimiento relativo de las herramientas de densificación puede ajustarse de este modo para cumplir con los requisitos de una aplicación dada basada en las conexiones relativas de las superficies a densificar. En cada caso, se forma una capa densificada como la capa densificada 34 descrita anteriormente en relación con la primera forma de realización. Además, las diversas herramientas de densificación pueden estar conformadas con cualquier forma que corresponda a la forma de las superficies a densificar (por ejemplo, cilíndrica, en forma de engranaje, ovalada, rectangular, etc.) y de esta manera pueden ser diferentes entre sí, si es preciso para una aplicación dada. Asimismo, tal como se ha descrito anteriormente en relación con la primera forma de realización, puede utilizarse una serie de juegos de herramientas de densificación teniendo cada una unas características de conformación ligeramente mayores o menores según se precise, para conseguir una densificación progresiva multietapa de la superficie a tratar.

Las Figuras 9 a 11 representan una cuarta forma de realización de la presente invención en la que se utilizan las mismas referencias numéricas para designar características similares a las de la primera forma de realización, pero incrementadas en 300. El artículo de metal en polvo 300 comprende además de la superficie ciega exterior 322, otra superficie exterior 56 que se densifica de la misma manera utilizando una segunda herramienta de densificación que presenta una característica de conformación 60 similar a la característica 36 de la primera forma de realización, y que obtiene la capa densificada correspondiente 62 en la superficie exterior 56 de la misma manera que la utilizada para obtener la capa 34 de la primera forma de realización. En esta cuarta forma de realización, las herramientas 332 y 58 están formadas como una pieza única, aunque podrían ser móviles por separado, tal como se ha descrito en relación con la tercera forma de realización de las Figuras 7-8.

Las Figuras 12 y 13 representan una quinta forma de realización de la presente invención en la que se utilizan las mismas referencias numéricas para designar características similares a las de la primera forma de realización de las Figuras 1 a 3, pero incrementadas en 400. En este caso, el artículo de metal en polvo 420 presenta una superficie interior ciega 422 que se densifica mediante la herramienta de densificación 432, y una segunda superficie interior 64 que se densifica simultáneamente de la misma manera mediante una segunda herramienta de densificación 66 que presenta una característica de conformación 68 como la característica de conformación 48 de la segunda forma de realización. Las herramientas 432 y 66 colaboran para densificar las superficies simultáneamente y, como en la forma de realización anterior, puede disponerse una serie de juegos de herramientas para conseguir la densificación en etapas múltiples progresivas si es necesario.

Finalmente, las Figuras 14 a 16 representan una sexta forma de realización de la presente invención en la que se utilizan las mismas referencias numéricas para designar características similares a las de la primera forma de realización, pero incrementadas en 500. El artículo de metal en polvo 520 presenta además de la superficie ciega 522 una superficie interior 70 y una superficie exterior 72 que se densifica simultáneamente con la superficie ciega 522 en la misma operación. Las superficies interior y exterior 70 y 72 se densifican mediante las herramientas de densificación correspondientes 78, 80 como las de la característica 36 de la primera forma de realización. Las herramientas 532, 74 y 76 pueden estar formadas como una unidad única, tal como se muestra, o pueden estar dispuestas como partes relativamente móviles de una matriz de densificación, tal como se ha descrito anteriormente en relación con la tercera forma de realización de las Figuras 7 y 8. El artículo 520 presenta unas capas densificadas 534, 82 y 84 sobre su superficie ciega 522 y sobre las superficies interior y exterior 70, 72 respectivamente, del tipo descrito anteriormente en relación con las formas de realización anteriores.

En consecuencia, las formas de realización muestran diversas combinaciones de superficies a densificar en una preforma de un artículo de polvo metálico dado, presentando todas ellas en común que al menos una de las superficies es ciega y es tratada mediante el procedimiento según la presente invención.

Evidentemente, a la vista de las explicaciones anteriores, son posibles muchas modificaciones y variaciones de la presente invención. Por consiguiente, debe entenderse que dentro del ámbito de las reivindicaciones adjuntas, la presente invención puede llevarse a la práctica de una forma distinta a las descritas específicamente. La presente invención se define mediante las reivindicaciones.

REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

5 *La presente lista de referencias citadas por el solicitante se proporciona únicamente para comodidad del lector. No forma parte del documento de patente europea. Incluso, aunque se ha tenido un gran cuidado en la recopilación de las referencias, no pueden excluirse errores u omisiones y la EPO declina cualquier responsabilidad a este respecto.*

Documentos de patentes citadas en la descripción

- 10
- US 6017489 A [0002]
 - US 6168754 A [0002]
 - US 5540883 A [00003]

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la fabricación de artículos de metal en polvo que comprende:
- 5 compactar y sinterizar metal en polvo para producir una preforma conformada de polvo metálico que tenga por lo menos una superficie al descubierto que deba densificarse superficialmente, extendiéndose en paralelo a un eje de la preforma entre un extremo libre y un extremo ciego adyacente a una parte transversal de la preforma, y
- 10 trabajar en frío, al menos la superficie al descubierto con una fuerza de compresión sobre dicha preforma, forzando una herramienta de densificación de forma que presente al menos un resalte que se extiende en sentido radial hacia el exterior o hacia el interior desde la herramienta transversal al eje, para ejercer dicha fuerza de compresión, desplazándose dicha herramienta de densificación a lo largo de, por lo menos, la superficie descubierta hacia el extremo ciego para densificar una capa del material, por lo menos en la superficie al descubierto, y a continuación invertir la dirección de la herramienta hacia el extremo libre para densificar una capa del material, por lo menos en la superficie al descubierto.
- 15
2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que al menos la superficie al descubierto comprende una superficie situada radialmente hacia el exterior.
- 20
3. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que al menos la superficie al descubierto comprende una superficie situada radialmente hacia el interior.
4. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la preforma comprende al menos una superficie adicional a densificar.
- 25
5. Procedimiento según la reivindicación 4, que comprende forzar una herramienta de densificación axialmente a lo largo de por lo menos la única superficie adicional para densificar una capa del material, al menos en una superficie adicional.
- 30
6. Procedimiento según la reivindicación 5, en el que las superficies se densifican simultáneamente.
7. Procedimiento según la reivindicación 6, en el que las superficies comprenden superficies de la preforma situadas radialmente hacia el interior y radialmente hacia el exterior.
- 35
8. Procedimiento según la reivindicación 6, en el que las superficies comprenden al menos dos superficies separadas de la preforma situadas radialmente hacia el interior.
9. Procedimiento según la reivindicación 6, en el que las superficies comprenden al menos dos superficies separadas de la preforma situadas radialmente hacia el exterior.
- 40
10. Procedimiento según la reivindicación 6, que comprende fijar las herramientas de densificación contra un movimiento axial relativo.
- 45
11. Procedimiento según la reivindicación 6, que comprende soportar las herramientas de densificación para un movimiento axial relativo entre sí.
12. Procedimiento según la reivindicación 4, en el que la preforma comprende al menos dos superficies adicionales a densificar y comprendiendo forzar axialmente las herramientas de densificar asociadas a lo largo de al menos dos superficies adicionales para densificar una capa del material al menos en las dos superficies adicionales.
- 50
13. Procedimiento según la reivindicación 12, en el que las superficies comprenden superficies de la preforma situadas radialmente hacia el interior y radialmente hacia el exterior.
14. Procedimiento según la reivindicación 12, en el que las superficies se densifican simultáneamente.
- 55
15. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la herramienta de densificación de forma está formada con una superficie de trabajo que sobresale radialmente, presentando una parte con un borde delantero inclinado y una parte con un borde posterior inclinado.
- 60
16. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la superficie al descubierto esta trabajada adicionalmente en frío forzando por lo menos una segunda herramienta posterior de conformación a lo largo de la superficie descubierta, desde el extremo libre hacia el extremo ciego, y a continuación invirtiendo la dirección al menos de la segunda herramienta hacia el extremo libre.

FIG - 1

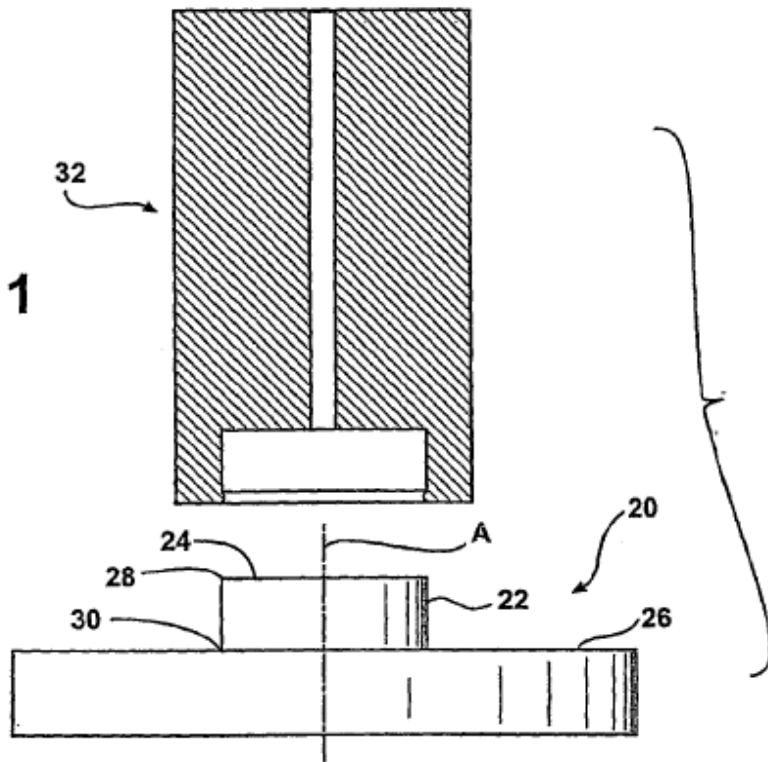
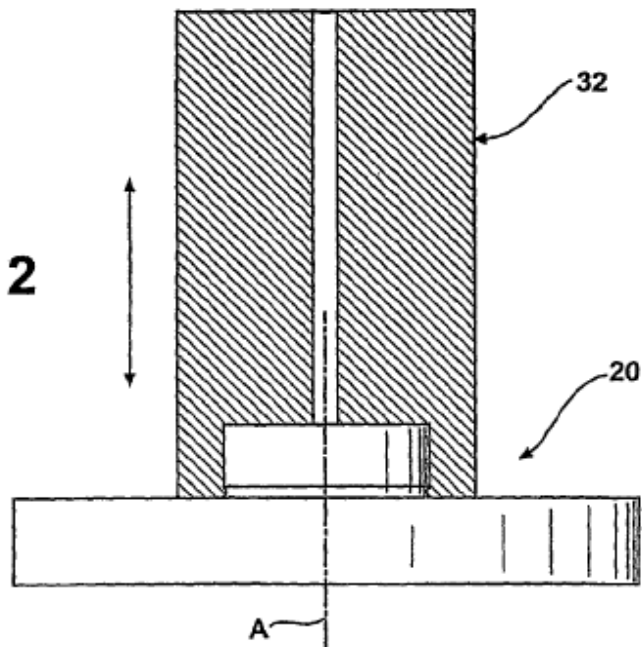


FIG - 2



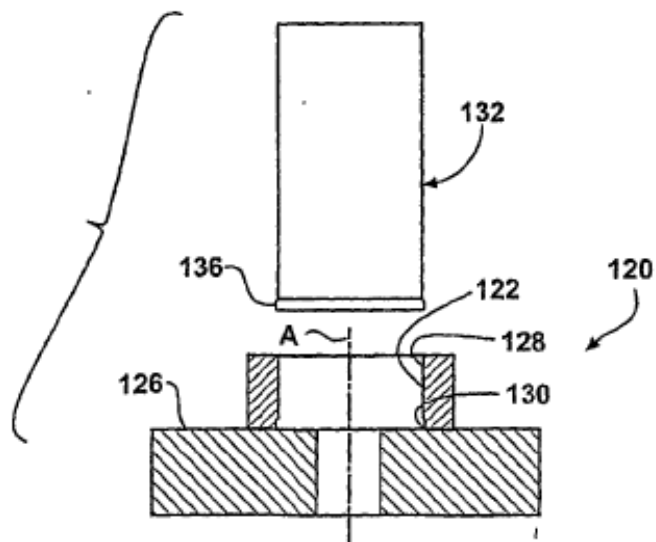
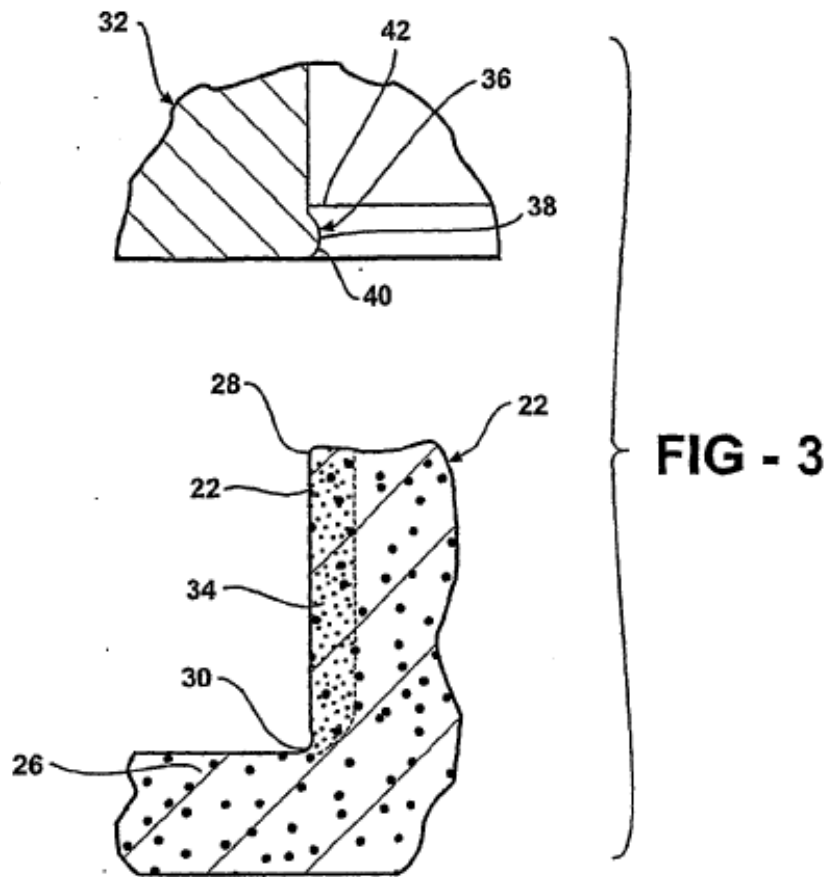


FIG - 5

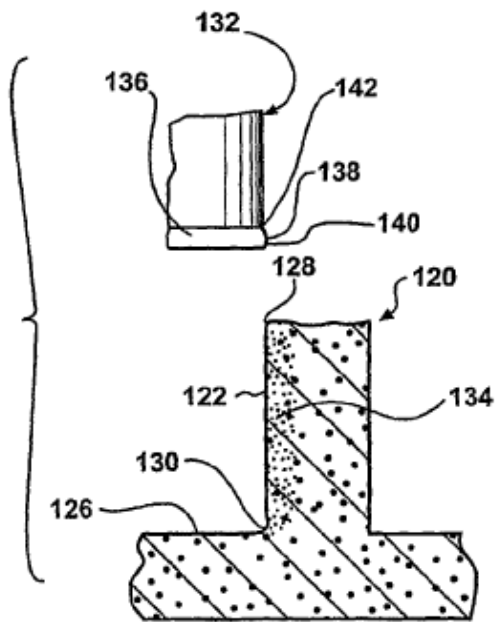
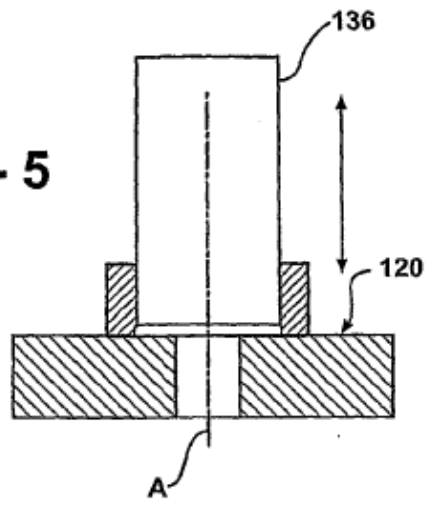


FIG - 6

FIG - 7

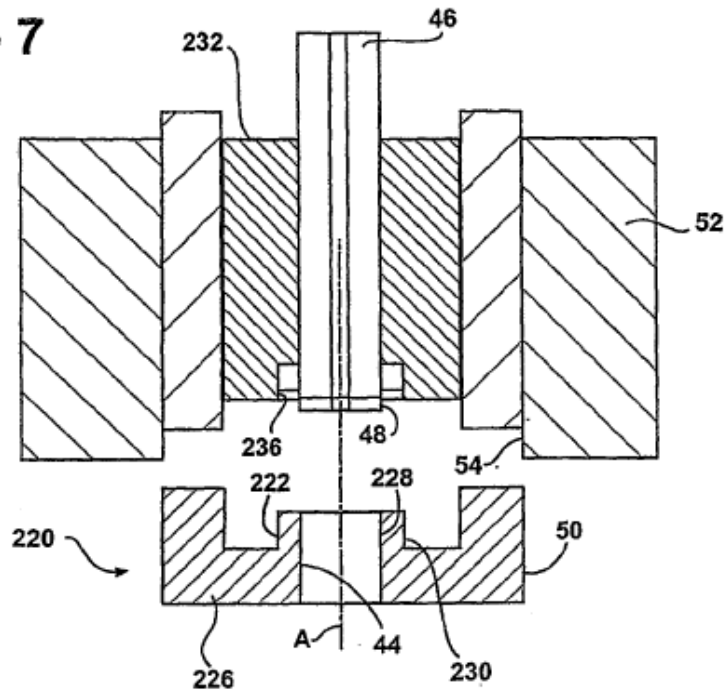
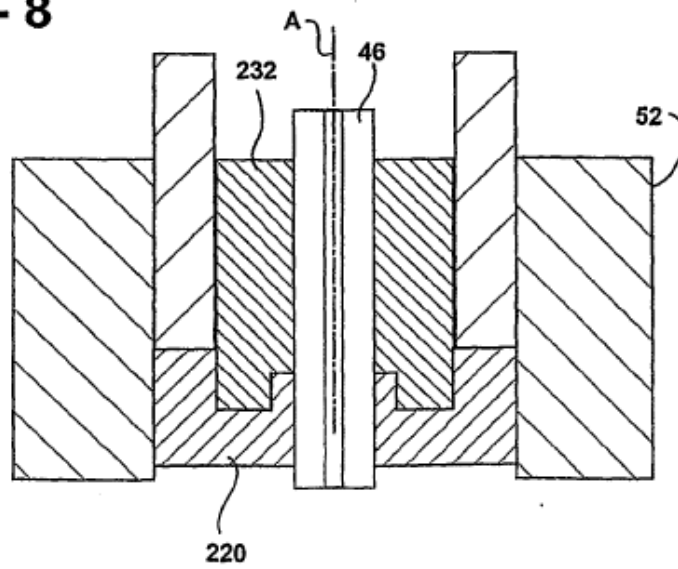


FIG - 8



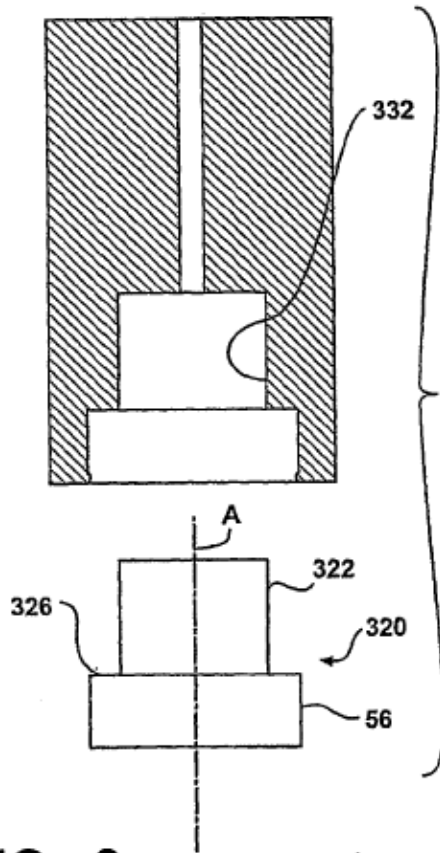


FIG - 9

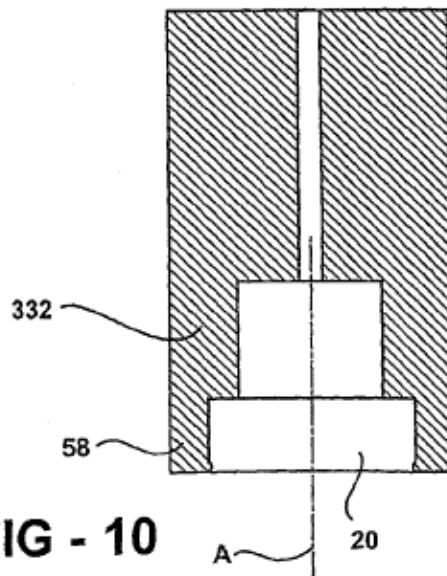


FIG - 10

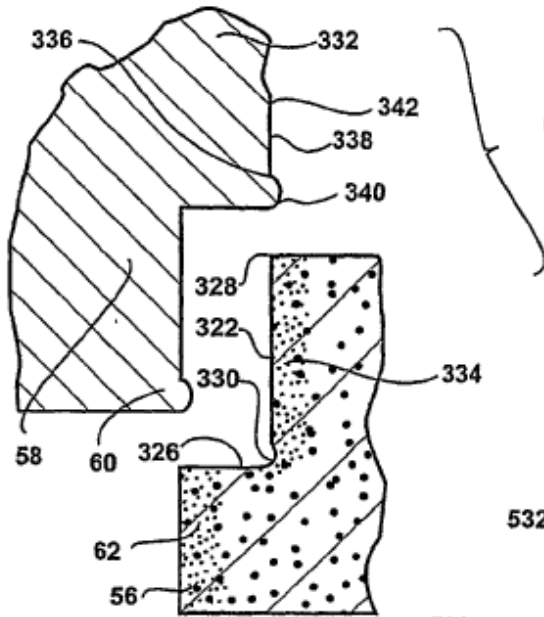


FIG - 11

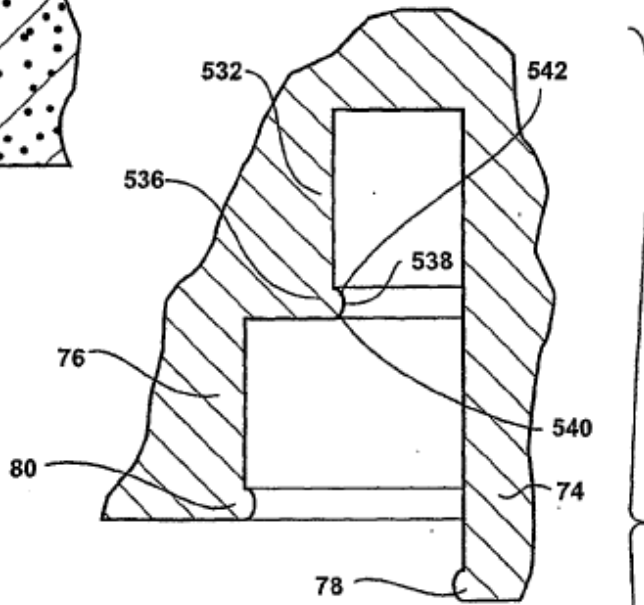
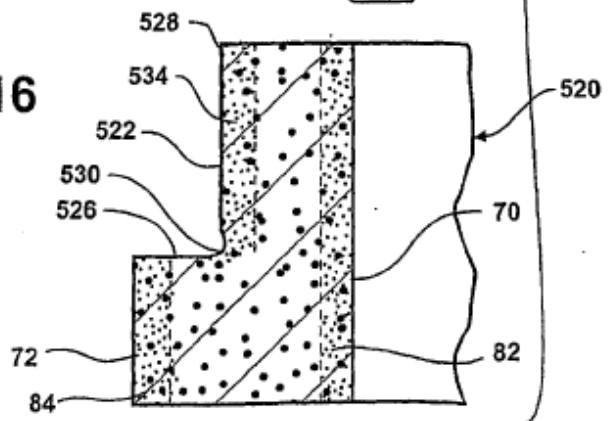


FIG - 16



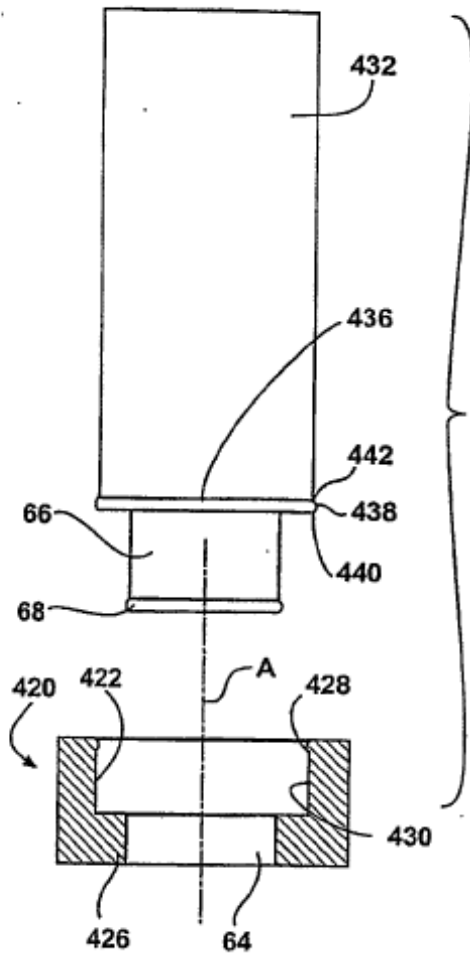


FIG - 12

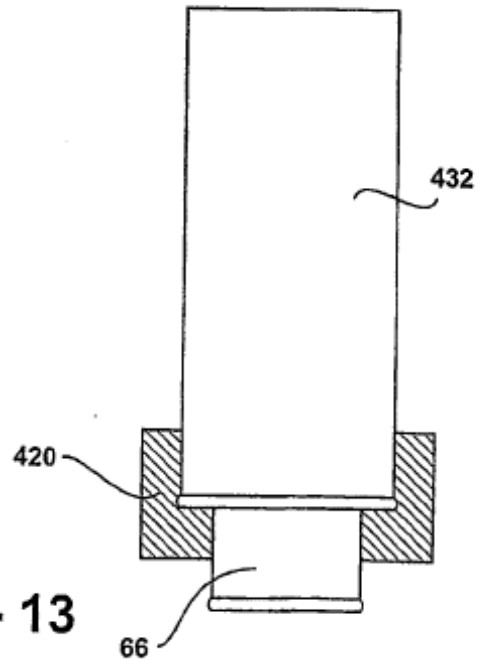


FIG - 13

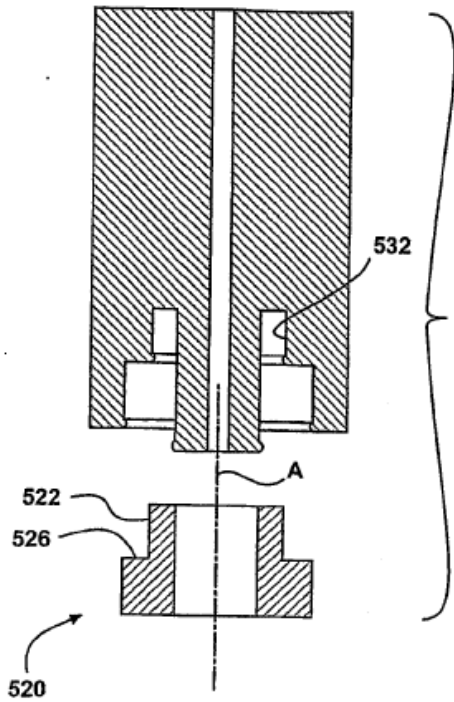


FIG - 14

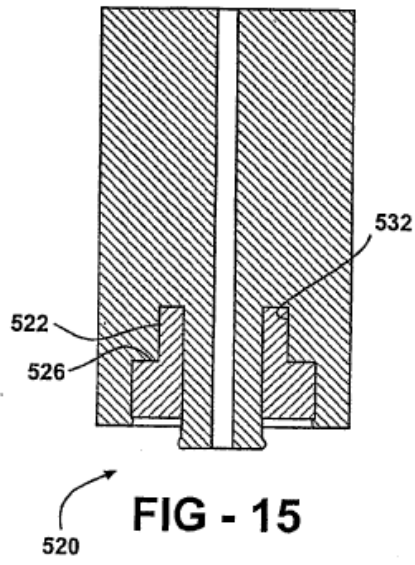


FIG - 15