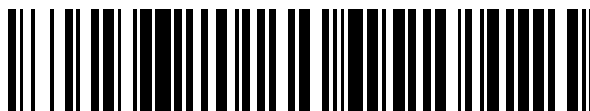


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 531 590**

51 Int. Cl.:

B29C 67/00 (2006.01)

B22F 3/105 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.04.2012** **E 12719340 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.02.2015** **EP 2701892**

54 Título: **Procedimiento de realización de un objeto por solidificación de polvo con la ayuda de un haz de láser con inserción de un órgano de absorción de deformaciones**

30 Prioridad:

29.04.2011 FR 1153683

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
17.03.2015

73 Titular/es:

**PHENIX SYSTEMS (100.0%)
Rue Richard Wagner Parc Européen
d'Entreprises
63200 Riom, FR**

72 Inventor/es:

TEULET, PATRICK

74 Agente/Representante:

PONTI SALES, Adelaida

ES 2 531 590 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 de realización de un objeto por solidificación de polvo con la ayuda de un haz de láser con inserción de un órgano de absorción de deformaciones

5

[0001] La invención se refiere a un procedimiento de realización de un objeto por solidificación de polvo con la ayuda de un haz de láser, con inserción de un órgano de absorción de deformaciones.

[0002] Aquí, el término polvo se debe comprender como que designa un polvo o una mezcla de polvos. Este polvo o esta mezcla de polvos puede ser mineral, por ejemplo cerámica o metálica. Por solidificación, se designa un procedimiento de fabricación de un objeto por solidificaciones sucesivas de varias capas superpuestas de polvo o de mezcla de polvos. Estas capas se extienden y compactan previamente sobre un plato que forma una zona de trabajo. Cada capa de polvo o de mezcla de polvos, se solidifica al nivel de las zonas constitutivas de las paredes del objeto, con la ayuda de un haz de láser. Tal solidificación se designa igualmente con el término sinterización, siendo empleado este en lo sucesivo.

[0003] Durante la realización de objetos de pared gruesa y/o de grandes dimensiones, se puede observar la aparición de ciertas deformaciones. Estas deformaciones se producen cuando el material constitutivo del objeto, a saber el polvo solidificado, ha alcanzado una cierta temperatura después de haber sido sometido al haz de láser. La temperatura alcanzada en las capas de polvo sinterizado constitutivas de las paredes del objeto depende no solamente de la energía térmica aportada por el haz de láser sino igualmente del coeficiente de conductividad térmica del polvo solidificado. Además, por sus dimensiones, su forma y/o la naturaleza del polvo, el objeto posee un coeficiente de dilatación lineal dado. En la medida en que el objeto esté realizado sobre un plato realizado con un material rígido, este plato poseerá igualmente un coeficiente de conductividad térmica y un coeficiente de dilatación que le son propios.

[0004] Durante el proceso de fabricación, el objeto tiene una temperatura que evoluciona durante la fabricación, a saber que aumenta en cada pasaje del haz de láser. Paralelamente al aumento de temperatura del objeto, se observa un aumento de la temperatura del plato que forma el soporte de trabajo.

30

[0005] La temperatura del objeto sinterizado es, a priori, superior siempre a la del plato puesto que es el objeto el que recibe la energía emitida por el haz de láser. Cuando el coeficiente de dilatación del plato es superior o igual al del objeto, se observa un primer tipo de deformación del plato. En este caso, el plato presenta una cara, destinada a estar en contacto con una cara complementaria del objeto, que es convexa. Esta deformación del plato influye en el objeto que presenta entonces una deformación complementaria, es decir que el objeto tiene al menos una cara cóncava destinada a estar en contacto con la cara convexa del plato.

[0006] En cambio, cuando el coeficiente de dilatación del objeto es superior al del plato, siendo la temperatura del objeto superior siempre a la del plato, se observa otro tipo de deformación. En este caso, al menos una cara del objeto, destinada a estar en contacto con el plato, es cóncava. El plato presenta entonces una deformación complementaria, es decir con al menos una cara convexa destinada a estar en contacto con el objeto.

[0007] Cuando la temperatura del objeto es inferior a la alcanzada por el plato, se observa, sean cuales sean los coeficientes de dilatación respectivos del objeto y del plato, una deformación de una cara del objeto destinada a estar en contacto con el plato que es convexo mientras que la cara complementaria del plato es cóncava.

[0008] Una de las soluciones conocidas para remediar estas deformaciones consiste en utilizar, tanto para el plato como para la realización del objeto, unos materiales cuyos coeficientes de conductividad térmica y/o de dilatación sean lo suficientemente próximos para que las variaciones dimensionales del plato y del objeto sean equivalentes. Esto es difícil de realizar puesto que los objetos no están realizados todos a partir de polvo que tiene un coeficiente de dilatación similar al del material constitutivo del plato, al menos al nivel de las propiedades mecánicas. Además, las temperaturas del objeto y del plato varían durante el procedimiento de fabricación. Por tanto, las deformaciones pueden aparecer de manera más o menos marcada según las temperaturas.

[0009] EP-A-2 022 622 describe un procedimiento de fabricación de un objeto mantenido en posición en un cuadro, durante su fabricación, por unos separadores de forma compleja dispuestos en la periferia del objeto. Estos separadores no son eficaces para impedir la aparición de deformaciones, en la medida en que el objeto conserva una cara inferior en contacto con el plato. Por otro lado, estos separadores necesitan emplear un gran volumen de polvo así como un plato que tenga unas dimensiones relativamente mayores que las del objeto terminado, lo que no

es satisfactorio.

[0010] El documento GB 2 458 745 A divulga un procedimiento según el preámbulo de la reivindicación 1.

5 **[0011]** Son estos inconvenientes los que pretende remediar más particularmente la invención proponiendo un procedimiento fácil de aplicar y paliando la mayoría de las deformaciones.

[0012] A tal efecto, la invención tiene como objetivo un procedimiento de fabricación de un objeto por solidificación de polvo tal como se define en la reivindicación 1.

10

[0013] Así, con un órgano de absorción de las deformaciones dispuesto entre el objeto y el plato, durante la fabricación del objeto, se absorben eventuales deformaciones, tanto del plato como del objeto y esto sean cuales sean las temperaturas, los coeficientes de conductividad térmica y/o de dilatación del objeto y del plato.

15 **[0014]** Unos aspectos ventajosos pero no obligatorios de este procedimiento se definen en las reivindicaciones de 2 a 5.

[0015] La invención se comprenderá mejor y otras ventajas de la misma se mostrarán más claramente a partir de la lectura de la descripción que aparece a continuación de dos modos de realización de un procedimiento de
20 fabricación por solidificación de polvo con la ayuda de un láser conforme a la invención, dada únicamente a título de ejemplo y realizada refiriéndose a los dibujos adjuntos en los cuales:

- la figura 1 es una vista lateral, esquemática de la realización de un objeto por un procedimiento del estado de la técnica, estando representado el objeto parcialmente terminado,
- 25 - la figura 2 es una vista esquemática, lateral, de un objeto terminado, después de la solidificación, en posición sobre un plato formando una zona de trabajo, no presentando el conjunto ninguna deformación,
- las figuras 3 y 4 ilustran el objeto terminado y el plato, vistos de lado, en el caso de los dos tipos de deformación conocidos, estando ilustrados el objeto y el plato, sin deformación, en líneas discontinuas,
- 30 - la figura 5 es una vista de un lado de un objeto terminado y del plato, en las figuras 3 y 4, estando representado un órgano de absorción de las deformaciones, realizado según el procedimiento conforme a un primer modo de realización de la invención, en el caso de la absorción del tipo de deformación ilustrado en la figura 3, estando ilustrada la deformación en líneas discontinuas,
- 35 - la figura 6 es una vista, a mayor escala, del detalle VI en la figura 5, y
- las figuras 7 y 8 son unas figuras equivalentes a las figuras 5 y 6 en el caso del tipo de deformación ilustrado en la figura 4.

[0016] En la figura 1, un plato 1 forma una zona de trabajo. El plato 1 presenta una cara plana 2 sobre la cual se
40 extiende un polvo 3. Por polvo, se designa aquí un polvo o una mezcla de polvos, de cualquier naturaleza que sea(n) el o los polvo(s), a saber mineral(es) o metálico(s).

[0017] Este polvo 3 se solidifica con la ayuda de un haz de láser 4, es decir se sinteriza, para realizar las paredes de un objeto O. El plato 1 es móvil en traslación según una dirección vertical en cuanto a la figura 1. Es móvil en un
45 manguito 5, según la flecha F, de manera que descienda para que un órgano de esparcimiento y de aprovisionamiento de polvo, no representado y conocido en sí, pueda llevar, siempre al mismo nivel, una nueva capa 6 de polvo 3. Esta capa 6, representada por una línea continua gruesa para mayor legibilidad, se extiende y compacta antes de la solidificación con la ayuda de un láser sobre la capa de polvo precedente ya sinterizada. En
50 otros términos, con la ayuda de este procedimiento se realizan, capa por capa, las paredes del objeto O. Esto se representa esquemáticamente con la forma de un rectángulo, entendiéndose que puede ser de una forma más compleja. Cada capa de polvo solidificada representa una sección de una pared del objeto O.

[0018] A ambos lados de una zona 7 de polvo 3 sinterizada reside una zona de la capa 6 de polvo 3 no sinterizada y compacta. La zona 7 sinterizada por el haz de láser 4 corresponde a una parte de al menos una cara 80, 81, 82, 9
55 del objeto O ilustrado en las figuras de 1 a 5 y 7.

[0019] Tal objeto O, terminado y sin deformación, se ilustra en posición sobre el plato 1 en la figura 2. En este caso, las caras en contacto del plato 1 y del objeto O, a saber en cuanto a la figura 2, la cara 2 del plato 1 y la cara inferior 9 de una pared de fondo del objeto O, son planas, sin deformación. En otros términos, las caras 2, 9

respectivamente del plato 1 y del objeto O están en contacto en la totalidad de sus áreas respectivas. El objeto O presenta así una calidad óptima.

[0020] Cuando, como se representa en la figura 3, la temperatura T_0 del objeto O sinterizado es superior a la temperatura T_1 del plato 1, durante un mismo procedimiento de sinterización pero el coeficiente de dilatación D_0 del objeto O es superior al coeficiente de dilatación D_1 del plato 1, es decir $T_0 > T_1$ y $D_0 > D_1$, el objeto O se dilata primero y, por sus dimensiones y su volumen, induce a un tipo de deformación que afecta igualmente al plato 1. Cabe señalar que, generalmente, la temperatura T_0 del objeto O es superior a la temperatura T_1 del plato 1 ya que la energía emitida por el láser impacta primero y esencialmente en el objeto O.

[0021] En este caso, las caras 9, 2 del objeto O y del plato 1 en contacto no son planas pero son cóncava para la cara 2 y convexa para la cara 9. Las concavidades 21, 91 de las caras 2, 9 se orientan entonces hacia arriba, en referencia a la figura 3.

[0022] Cuando, como se ilustra en la figura 4, la temperatura T_0 alcanzada por el objeto O, una vez que este se ha sinterizado, es superior a la temperatura T_1 alcanzada por el plato 1, esto durante un mismo procedimiento de sinterización y cuando el coeficiente de dilatación D_0 del objeto O es inferior o igual al coeficiente de dilatación D_1 del plato 1, es decir cuando $T_0 > T_1$ y $D_0 \leq D_1$, se observa un segundo tipo de deformación del plato 1 que induce a una deformación similar del objeto O.

[0023] En este caso, las caras 2, 9 del plato 1 y del objeto O en contacto ya no son planas pero la cara 2 es convexa y la cara 9 es cóncava. Tal deformación de las caras 2, 9 induce a una deformación similar de las otras caras del plato 1 y del objeto O. En otros términos, se curva el conjunto, plato 1 y objeto O, de modo que las concavidades 20, 90 de las caras 2, 9 estén orientadas en el mismo sentido, a saber hacia abajo, en cuanto a la figura 4.

[0024] En otros términos, en esta configuración se curva el conjunto de plato 1 y objeto O en el sentido opuesto al representado en la figura 3.

[0025] Cabe señalar que cuando los coeficientes de dilatación D_0 y D_1 del objeto O y del plato 1 son similares, es decir $D_0 = D_1$ y cuando el plato 1 está a una temperatura T_1 inferior a la T_0 del objeto O, es decir $T_1 < T_0$, entonces se observa un tipo de deformación similar a la ilustrada en la figura 3. Las concavidades 21, 91 de las caras 2, 9 están orientadas hacia arriba en cuanto a la figura 3.

[0026] Para evitar o al menos limitar la aparición de estas deformaciones, cóncavas o convexas, durante el procedimiento de fabricación del objeto, se realiza, durante este procedimiento de fabricación, un órgano de absorción de las deformaciones 12 que se intercala entre las caras 9, 2 del objeto O y del plato 1. La cara 9 pertenece al menos a una parte de una pared de fondo del objeto O. Este órgano de absorción 12 comprende un soporte apropiado para absorber las deformaciones debidas a los efectos del intervalo entre las temperaturas T_0 , T_1 y/o los coeficientes de dilatación D_0 , D_1 , sea cual sea el tipo de deformación.

[0027] Este soporte 12, deformable, se realiza de manera ventajosa durante el procedimiento de sinterización del polvo 3, es decir, durante el procedimiento de fabricación del objeto por solidificación del polvo con la ayuda de un láser. En este caso, se realiza antes de efectuar una primera solidificación, por el haz de láser 4, de la primera capa 6 de polvo 3 constitutiva de una pared de fondo del objeto O.

[0028] Para ello, se forma por sinterización en una capa 6 de polvo, de la misma naturaleza que la constitutiva del objeto O, un soporte 12. Como alternativa, el polvo utilizado es diferente del polvo constitutivo del objeto O.

[0029] De manera ventajosa, como se representa en las figuras de 5 a 8, el soporte 12 está formado por varias laminillas 120, llanas, repartidas sobre una superficie equivalente a la de la base del objeto que se va a fabricar. Cada laminilla 120 tiene una longitud mínima correspondiente a la anchura de la pared del objeto que se va a realizar, sobre una altura de 2 mm a 10 mm para un grosor de 0,1 mm a 0,5 mm. La longitud máxima de cada laminilla 120 es de alrededor de 30 mm. Con el fin de optimizar la absorción de las deformaciones para las anchuras del objeto O superiores a 30 mm, se disponen varias laminillas 120 una tras otra, separadas por aproximadamente 0,5 mm, procurando que estas laminillas 120 tengan la misma longitud. Por ejemplo, para una anchura del objeto O de 31 mm, se realizan dos laminillas 120 de 15,25 mm de largo separadas por 0,5 mm.

[0030] Estas laminillas 120 están separadas y son paralelas entre ellas con regularidad en ausencia de

deformación. El espacio E entre dos laminillas 120 cercanas está comprendido entre 0,1 mm a 1 mm. Este espacio E está adaptado a la geometría del objeto O que se va a realizar. Cada laminilla 120 está fijada por un extremo 13 al plato 1 y por otro extremo 14 al objeto O.

5 **[0031]** Como se ilustra en las figuras 5 y 7, las laminillas 120 son idénticas y ocupan el conjunto de la superficie disponible de la cara 9 del objeto O destinada a estar enfrente de la cara 2 complementaria del plato 1. Como alternativa no ilustrada, estas laminillas 120 solo están dispuestas sobre una parte de estas caras 2, 9, en este caso al nivel de las zonas que corresponden a los lados terminados del objeto.

10 **[0032]** En un modo de realización no ilustrado, las laminillas no son idénticas, su forma y/o su dimensión varían según el lugar que ocupan.

[0033] La elección efectuada para la densidad y la posición de las laminillas 120 depende de las deformaciones esperadas y/o de las dimensiones del objeto final.

15

[0034] La utilización de laminillas 120, para realizar un soporte 12, permite, por una parte, evacuar como un radiador una parte de la energía térmica aportada por el haz de láser 4, gracias al espacio E entre dos laminillas 120 cercanas y, por otra parte crear una conexión suficientemente flexible entre el plato 1 y el objeto O para deformarse y absorber las deformaciones, de manera amplificada con respecto a las deformaciones sufridas por el objeto y el plato. En otros términos, las laminillas 120 se deforman más rápidamente y con una amplitud mayor que el objeto O y el plato 1. Así, estas absorben lo esencial de las deformaciones, lo que permite conservar mejor las características dimensionales nominales del objeto O y del plato 1.

25 **[0035]** Tal conexión flexible entre el objeto O y el plato 1, debido a las dimensiones de cada extremo 13, 14 de las laminillas 120, es suficientemente frágil para permitir, cuando el objeto O está terminado, una separación fácil entre las laminillas 120, el objeto O y el plato 1 por unas técnicas conocidas en sí, por ejemplo por un cizallamiento con una herramienta cortante. En otros términos, las laminillas 120 son fáciles de destruir cuando se realiza el objeto y se desea separarlo del plato, esto limitando cualquier recuperación de mecanizado del objeto O.

30 **[0036]** La figura 5 ilustra un primer tipo de deformación con las concavidades 21, 91 de las caras 2, 9 ilustradas en líneas discontinuas orientadas hacia arriba, cuando las laminillas 120 han absorbido la deformación. En este caso, las laminillas 120, al menos las próximas a la periferia del órgano de absorción 12, están inclinadas en dirección del objeto O. Como aparece en la figura 5, esta inclinación es variable, generalmente es más importante en la periferia, cerca de los lados del objeto O, que en el centro del órgano de absorción 12. Las laminillas 120 situadas en posición central permanecen casi perpendiculares a la cara 2 del plato 1 durante la absorción de la deformación.

35 **[0037]** Las figuras 7 y 8 ilustran un segundo tipo de deformación con las concavidades 20, 90 de las caras 2, 9 orientadas en el otro sentido con respecto a las figuras 5, 6, es decir situadas hacia abajo en cuanto a la figura 7. Como anteriormente, las concavidades 20, 90 se representan en líneas discontinuas. Las láminas 120 tienen entonces tendencia a estar orientadas hacia el exterior del órgano de absorción 12. Las laminillas 120 más inclinadas están situadas en la periferia, cerca de los lados del objeto O. Las laminillas situadas en posición central permanecen igualmente, durante la absorción de la deformación, casi perpendiculares a la cara 2 del plato 1.

45 **[0038]** Tal órgano de absorción puede estar posicionado igualmente entre al menos dos zonas de al menos un objeto, es decir que se puede incluir una etapa de realización de un soporte deformable, no solamente como se describe, entre el plato 1 y un objeto O, sino entre dos zonas de un objeto O, o entre dos objetos que pueden deformarse por ejemplo, porque no presentan los mismos coeficientes de dilatación térmica y/o porque están realizados con dos materiales diferentes. En este caso, una cara del objeto forma la zona de trabajo que recibe el polvo que se va a compactar y sinterizar.

50

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de fabricación de un objeto (O) por solidificación de polvo (3) con la ayuda de un haz de láser (4) que comprende al menos unas etapas que consisten en:
- 5
- a) depositar una primera capa (6) de polvo (3) sobre una zona de trabajo formada por un plato (1),
 - b) compactar esta primera capa (6),
 - c) solidificar con la ayuda del haz de láser (4) una primera zona (7) de la capa compactada en la etapa b), correspondiendo esta zona a una sección de una pared de fondo (9) del objeto terminado (O),
 - 10 - d) repetir las etapas de la a) a la c) hasta la obtención del objeto (O),
 - e) antes de la etapa c), realizar por solidificación de un polvo (3) y con la ayuda del haz de láser (4) un órgano de absorción de las deformaciones (12) dispuesto entre la zona de trabajo (1) y una zona destinada a participar en una zona (7) que corresponde a una sección de la pared de fondo (9) del objeto terminado (O) realizada en la etapa c), **caracterizado porque** el órgano de absorción realizado durante la etapa e) comprende un soporte (12) deformable
 - 15 formado por varias laminillas (120) apropiado para unir una cara (2) del plato (1) a la primera zona (7) constitutiva de una cara (9) de la pared de fondo del objeto (O).
2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** las laminillas (120) están separadas regularmente.
- 20
3. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 ó 2, **caracterizado porque** las laminillas (120), antes de cualquier absorción de deformaciones, son paralelas.
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** el polvo (3) constitutivo del soporte deformable (12) es idéntico al menos a la primera capa (7) de polvo (3) constitutiva del objeto (O).
- 25
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** el polvo constitutivo del soporte deformable (12) es diferente al menos de la primera capa de polvo constitutiva del objeto.
- 30

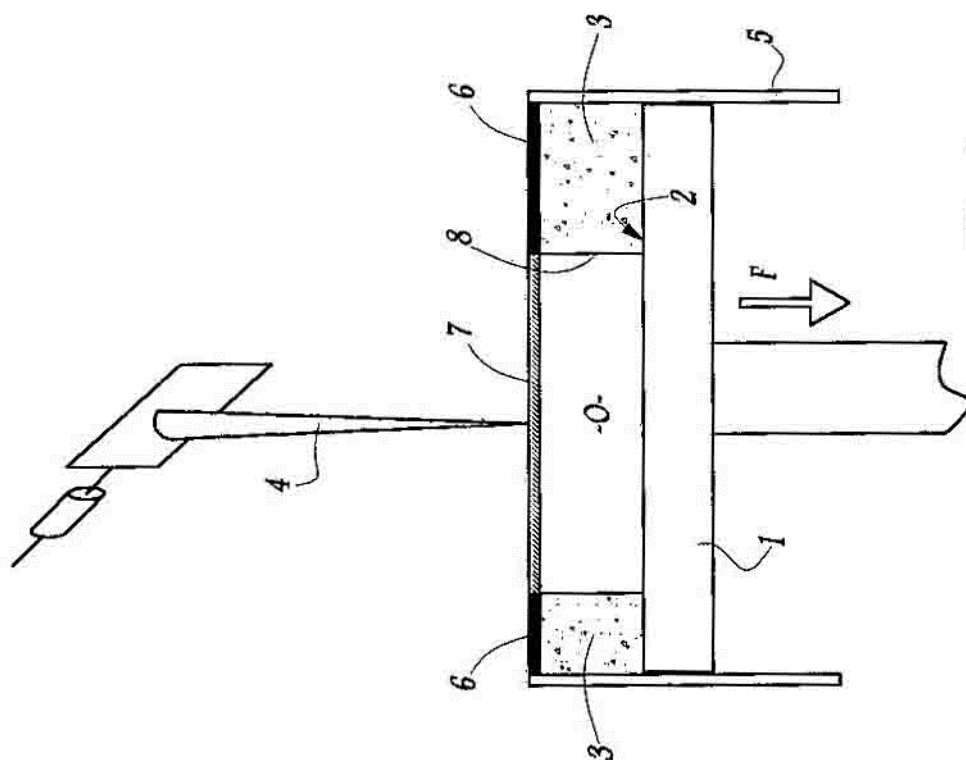


Fig. 1

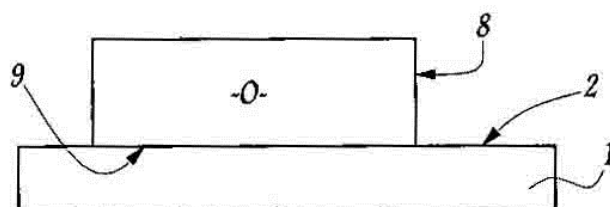


Fig.2

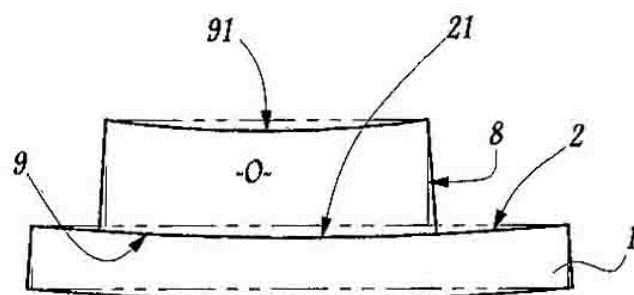


Fig.3

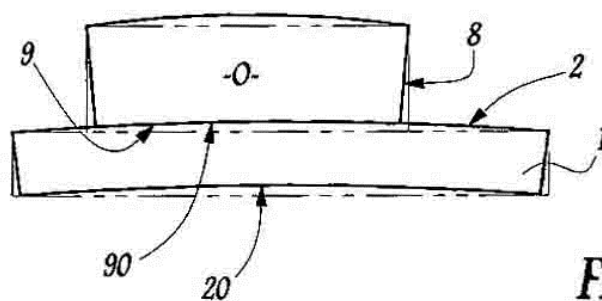


Fig.4

