

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 442 020**

51 Int. Cl.:

F16K 47/00 (2006.01)

F16K 47/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.12.2008 E 08871616 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.10.2013 EP 2245350**

54 Título: **Elemento de control de flujo de sinterizado directo de metal por láser**

30 Prioridad:

22.01.2008 US 18088

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

07.02.2014

73 Titular/es:

**CONTROL COMPONENTS, INC. (100.0%)
22591 Avenida Empresa
Rancho Santa Margarita, California 92688, US**

72 Inventor/es:

MOORE, JASON M.

74 Agente/Representante:

MARTÍN SANTOS, Victoria Sofia

ES 2 442 020 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

Elemento de control de flujo de sinterizado directo de metal por láser

5 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a un elemento de control de flujo de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1 y a un método de fabricación de un elemento de control de flujo. El elemento de control de flujo está formado como una estructura unitaria de alta resistencia por la sinterización del metal por láser directo de capas sucesivas de material en polvo de tal manera que los pasos de flujo de ejes múltiples se pueden formar con geometrías altamente complejas.

Un ejemplo de una aplicación ejemplar en la cual el elemento de control de flujo puede estar integrado, es similar a aquella la cual se describe en la patente estadounidense de propiedad común N.º. 5,687,763. La patente '763 describe un dispositivo de control de fluido que incluye una estructura de válvula que tiene un elemento de control de flujo dispuesto dentro éste. Un obturador de válvula axialmente móvil está montada de manera deslizante en el interior de la carcasa de la válvula. El elemento de control de flujo descrito en la patente '763, está compuesto de una pila de discos anulares que colectivamente definen una serie de vías de paso directas que se extienden sustancial y radialmente entre las superficies o bordes radiales internos y externos de los discos. Cada una de las vías de paso sustancial y radialmente dirigidas, tiene una pluralidad de giros en ángulo recto formados entre estos para reducir la velocidad de fluido que está fluyendo a través del elemento de control.

Tal y como se describe en la patente '763, los discos individuales se pueden formar con pasos parciales o completos. Discos dispuestos adyacentemente o colindantes que tienen vías de paso pueden cooperar entre sí para definir completamente las vías de paso radiales del elemento de control de flujo. Del mismo modo, los discos colindantes que tienen pasos completos formados en una dirección radial, pueden cooperar con discos adyacentes apilados por encima o por debajo para definir completamente las vías de paso radiales del elemento de control de flujo. En este sentido, los discos colindantes actúan de tope para cerrar la comunicación del fluido dentro de las vías de paso del disco indicado mediante la utilización de caras planas de los discos adyacentes.

Idealmente, las vías de paso radiales son tortuosas en naturaleza ya que los pasos contienen un número sustancial de giros para reducir la velocidad del fluido que fluye a través del elemento de control. Como se describe en la patente '763, el elemento de control de flujo puede ser configurado para reducir la velocidad del flujo que fluye en una dirección hacia el interior. Alternativamente, el elemento de control de flujo puede ser configurado para reducir la velocidad del fluido que fluye en una dirección hacia el exterior.

Un tipo de práctica hasta la fecha en la fabricación de tales elementos de control de flujo, ha sido pre-mecanizar discos individuales endurecidos y después alinear y ensamblar los discos endurecidos en una pila para formar el elemento de control de flujo que tiene la pluralidad de pasos. La fijación de la pila de discos endurecidos se ha hecho ya sea por el uso de varillas de tensión como se muestra en la patente '763 o por el uso de materiales de soldadura en donde las superficies de soporte tales como los bordes periféricos externos de los discos adyacentes se sueldan en conjunto para ensamblar la pila de discos. En el caso de discos o cilindros de carburo de tungsteno, la pila ensamblada puede aparecer como un elemento unitario o de una pieza, aunque el elemento esté realmente compuesto de varios discos o cilindros múltiples que se sueldan o de otro modo se unen entre sí.

Una de las ventajas de la utilización de carburo de tungsteno para formar el elemento de control de flujo, es su resistencia superior a la erosión. Particularmente en aplicaciones de servicio severo en donde la arena arrastrada puede ser capturada en el fluido que fluye a través de un conjunto de válvula, el elemento de control de flujo debe tener una resistencia muy alta a la erosión por arrastre de arena. En este sentido, el carburo de tungsteno es el elemento conocido más duro con una resistencia a la compresión que es mayor que aquella de cualquier otro metal o aleación haciendo al carburo de tungsteno muy adecuado para aplicaciones resistentes a la abrasión.

Sin embargo, un inconveniente significativo para el uso del carburo de tungsteno y otros materiales en un elemento de control de flujo, es la dificultad asociada con el mecanizado del material debido a su dureza extrema. Por ejemplo, ciertas aleaciones tales como aleaciones de acero inoxidable y carburo de tungsteno, solo pueden ser mecanizadas utilizando dispositivos de trituración de grano de diamante. Además, un costo sustancial en usar discos de carburo de tungsteno es la necesidad de triturarlos planos antes del ensamble en la pila de disco. Los discos deben ser triturados planos para asegurar el registro y alineamiento apropiado de los discos en la formación de pila para prevenir un efecto de "formación de taco" en donde los discos en la pila pueden deformarse. El efecto de formación de taco puede también ocurrir cuando se usan hojas de metal de acero inoxidable con electrones de descarga mecanizada (EDM) o discos de perforación.

Pueden resultar deformaciones entre los discos adyacentes en espacios entre los discos, que pueden permitir el escape de fluido. El escape del fluido puede dar lugar a una reducción general en la capacidad de disipación de la energía de la pila de disco. Además, como el fluido de alta presión fluye a través de los espacios entre los discos

deformados, puede ocurrir que con la erosión de los discos adyacentes, con el tiempo, puede además reducir la capacidad de disipación de energía de la pila de disco y puede comprometer el desempeño total del elemento de control de flujo y, finalmente, el control total de la válvula el cual podría tener un efecto en el sistema completo.

5 En un intento por superar los inconvenientes indicados anteriormente asociadas con el ensamble de discos pre-mecanizados de material endurecido, se han desarrollado en la técnica anterior, prácticas alternativas para la fabricación de elementos de control de flujo que incluye el uso de tecnología en estado inmaduro. Más específicamente, en un proceso de fabricación en estado inmaduro, el elemento de control de flujo se forma por una serie de discos anulares individuales pre-formados en estado inmaduro fabricados de mezcla de polvo de cerámica o metálico (tal como la mezcla en polvo de acero inoxidable o carburo de tungsteno), en un estado inmaduro no sinterizado. Se agrega material aglutinante a la mezcla en polvo para ayudar en unir permanentemente partículas de la mezcla en polvo durante la sinterización de los discos en estado inmaduro.

15 Los discos individuales en estado inmaduro tienen pasos de disco completos o parciales formados allí mismo. La serie de discos en estado inmaduro son ensamblados en una formación apilada de manera que los pasos de discos completos o parciales de discos en estado inmaduro adyacentemente dispuestos, forman los pasos del dispositivo sustancialmente radial. Los pasos parciales se forman en los discos, previo al ensamble de los discos en estado inmaduro individual. Los discos individuales en estado inmaduro son ensamblados en la formación apilada, previo al endurecimiento de los discos por calor. La pila ensamblada de discos en estado inmaduro es sinterizada o calentada como una unidad para unificar los discos individuales en estado inmaduro en conjunto en el elemento de control de flujo.

25 Aunque el proceso de manufacturación en estado inmaduro descrito anteriormente supera algunas de las dificultades asociadas con el mecanizado y montaje del material endurecido, el proceso en estado inmaduro incluye limitaciones inherentes relacionadas con la formación de los pasos de flujo interno. Más específicamente, en algunos elementos de control de flujo, es deseable proporcionar trayectorias de flujo altamente completas en los pasos de flujo internos, de tal manera que los pasos de flujo interno tengan una pluralidad de giros en ángulo recto de ejes múltiples para optimizar las características de control de flujo para una aplicación dada.

30 Desafortunadamente, la formación de trayectorias de flujo de varios ejes utilizando la tecnología de pila de discos convencional o usando tecnología de estado inmaduro o bien no es posible o es muy costoso debido a la inversión requerida en herramientas y al tiempo sustancial de fabricación y montaje. Además, las prácticas de fabricación usando tecnología conocida de apilado de discos o usando tecnología en estado inmaduro, resulta en limitaciones de la resistencia en general, tal como en la capacidad de la pila de discos para resistir tensiones circunferenciales y la limitación de la intensidad de la soldadura. Aún más, el desgaste del material es relativamente alto en la tecnología convencional de apilado de disco como un resultado de la descarga del material de soporte usado en el proceso de fabricación. Las operaciones convencionales de soldadura usadas en el montaje de apilado de discos también presentan ciertas deficiencias relacionadas con el atascamiento o bloqueo parcial de los pasillos en el disco y las limitaciones de la resistencia de la soldadura. Como se mencionó anteriormente, la fuga de fluido también se puede producir usando tecnología convencional de apilado de disco, como un resultado del efecto de "formación de taco", el cual puede originarse como un resultado del abastecimiento de lámina no plana u ondulada, presión excesiva del fluido dentro del elemento de control de flujo, o como un resultado de la baja calidad de la soldadura. La acumulación de tensiones diferenciales también puede ocurrir como un resultado del tratamiento por calor de la pila de discos, subsecuente al apilamiento de las piezas o discos individuales en el mismo. La solicitud de patente en los Estados Unidos US 2005/0199298 A1 da a conocer un elemento de control de flujo de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

50 Como puede verse, existe una necesidad en la técnica para una técnica mejorada para la fabricación un elemento de control de flujo del tipo que puede ser usado en ensambles de válvula o dispositivos de control de fluido. Más particularmente, existe una necesidad en la técnica para un elemento de control de flujo que pueda ser fabricado con una pluralidad de pasos de flujo interno de direcciones múltiples o ejes múltiples en una estructura unitaria. Además, existe una necesidad en la técnica para un elemento de control de flujo que pueda ser económicamente producido en masa con un alto grado de exactitud y repetitividad y con propiedades de resistencia mejoradas.

55 **BREVE RESUMEN DE LA INVENCION**

Las deficiencias y necesidades mencionadas anteriormente, asociadas con los elementos de control de flujo de la técnica anterior, son específicamente dirigidas y aliviadas por varios aspectos de la invención como se describe aquí específicamente. Más particularmente, de acuerdo con la presente invención, se incluye un elemento de control de flujo según la reivindicación 1. El elemento de control de flujo está formado por sinterización directa de metal por láser en donde una variedad de pasos de flujo se pueden formar en el elemento de control. Por ejemplo, los pasos de flujo se pueden formar a lo largo de al menos dos ejes que pueden estar cada uno orientados ortogonalmente (es decir, perpendicularmente) relativos entre sí, aunque los pasos de flujo pueden ser orientados a lo largo de cualquier eje o dirección relativos entre sí dentro del elemento de control de flujo. Cada uno de los pasos de flujo pueden definir una pluralidad de giros de ángulo sustancialmente recto para reducir la velocidad del fluido a través del elemento de control de flujo. Fabricando el elemento de control de flujo usando el proceso de sinterización directa de

metal por láser, el elemento de control de flujo se forma como una estructura unitaria con un alto grado de exactitud y con resistencia mejorada.

En una forma de realización, el elemento de control de flujo puede ser fabricado para uso en un conjunto de válvula que tiene un cuerpo obturador recíprocamente móvil para permitir la regulación selectiva del fluido que fluye a través de éste. El elemento de control de flujo de acuerdo con la invención puede incluir una multiplicidad de pasos de flujo a través de los cuales el fluido fluye en general y radialmente a través del elemento de control de flujo. En una disposición, el elemento de control puede comprender un elemento de cuerpo de forma cilíndrica que tiene un orificio formado a través del mismo que es complementario a una configuración cilíndrica del cuerpo obturador. De acuerdo con la invención, el cuerpo de elemento define periferias internas y externas e incluye una pluralidad de pasos de flujo tortuosos los cuales se extienden radialmente entre las periferias interna y externa. Sin embargo, el elemento de control de flujo también puede ser fabricado en conjunción con el conjunto de válvula usando proceso de sinterización directa de metal por láser.

Además, se debe notar que el elemento de control de flujo no está limitado a dispositivos de control de flujo cilíndricos ni está limitado para uso con montajes de válvula que tienen cuerpos obturadores recíprocos. Por ejemplo, el conjunto de válvula puede ser configurado como una válvula de bola, una válvula de mariposa y varios otros tipos de dispositivos de control de flujo conocidos en la técnica. Además, se debe tener en cuenta que el elemento de control de flujo no está limitado a aplicaciones que requieren pasos de flujo de ejes múltiples complejos, sino también puede ser fabricado con pasos de flujo de eje único y/o plano único. Además, el elemento de control de flujo puede ser configurado de manera tal que el fluido puede entrar o salir de cualquier superficie del elemento de control de flujo y puede viajar a lo largo de cualquier dirección dentro del volumen del elemento de control de flujo. En este sentido, la sinterización directa de metal por láser permite la precisión de formación de pasos de flujo interno de ejes múltiples.

[0017] Además, se proporciona un método para fabricar el elemento de control de flujo de acuerdo con la reivindicación 11. La energía láser se aplica a porciones predeterminadas de la capa de material en polvo hasta que las porciones se solidifican. La ubicación en la que la energía láser se enfoca corresponde a un modelo de ordenador tal como un modelo de diseño asistido por ordenador (por ejemplo, de SolidWorks (®), AWL) del elemento de control de flujo. Ventajosamente, la capacidad de generar un modelo de ordenador del elemento de control de flujo antes de la producción permite el análisis de resistencia de elemento finito y análisis de dinámica de flujo computacional, para valorar la resistencia y desempeño de flujo del elemento de control. Además, los prototipos de plástico pueden ser fabricados como una alternativa menos costosa a las maquetas de metal para propósitos de pruebas. Además, la habilidad para formar un modelo por ordenador del elemento de control de flujo, minimiza o reduce la cantidad de dibujos, papeleo y procesamiento que se requiere en las técnicas de fabricación convencionales.

El método para fabricar el elemento de control de flujo comprende aplicaciones sucesivas de capas de material en polvo sobre el cual la energía láser se dirige a ciertas porciones hasta que el elemento de control de flujo se forma como una estructura unitaria con una pluralidad de pasos de flujo. Tal como se mencionó anteriormente, cada uno de los pasos de flujo preferiblemente define una pluralidad de giros de ángulo sustancialmente recto para reducir la velocidad de fluido que fluye a través de los pasos de flujo. En este sentido, los pasos de flujo pueden además, incluir la formación de protuberancias (es decir, elementos elevados o reductores de velocidad), los cuales pueden ser orientados en general transversalmente relativos a la dirección del flujo de fluido a través del paso de flujo con el fin de añadir resistencia adicional al flujo.

El material a partir del cual se fabrica el elemento de control de flujo comprende cualquier variedad adecuada de materiales en polvo tales como material en polvo metálico. En particular, el acero inoxidable es un material preferible debido a su alta resistencia a la corrosión y alta dureza (por ejemplo, dureza Rockwell). En particular, el acero inoxidable 17-4 puede ser ventajosamente usado en forma metálica en polvo en el proceso de sinterización por láser para fabricar el elemento de control de flujo. Otros materiales que son preferibles incluyen, Incolen, cobalto-cromo, titanio y DM20, el cual es un material propietario a base de bronce que puede ser utilizado en forma de polvo en el proceso de sinterización directa de metal por láser. Una vez unificado en el proceso de sinterización por láser, el elemento de control de flujo puede ser tratado térmicamente para además incrementar la dureza. El elemento de control de flujo resultante se forma como una estructura unitaria de alta resistencia de manera que los pasos de flujo de ejes múltiples se pueden formar económicamente con geometrías altamente complejas.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Estas y otras características y ventajas de las diversas realizaciones descritas en este documento, se entenderán mejor con respecto a la siguiente descripción y dibujos, en los que números iguales se refieren a partes similares en todo, y en los que:

La figura 1 es una vista seccional de un conjunto de válvula dentro del cual un elemento de control de flujo puede ser empleado;

La figura 2 es una vista superior en perspectiva del elemento de control de flujo configurado como un cuerpo de elemento cilíndrico que tiene un agujero formado a través de éste;

La figura 2A es una vista inferior en perspectiva del elemento de control de flujo de la figura 2;

La figura 3 es una vista en perspectiva en corte parcial del elemento de control de flujo que ilustra una pluralidad de pasos de flujo tortuoso que se extienden radialmente entre las periferias interior y exterior del cuerpo de elemento cilíndrico;

La figura 4 es una vista lateral del elemento de control de flujo que ilustra porciones superior, intermedia e inferior del elemento de cuerpo cilíndrico y además, ilustra una pluralidad de aberturas exteriores formadas en la periferia exterior del elemento de control de flujo.

La Figura 5 es una vista seccional tomada a lo largo de la línea 5-5 de la figura 4 y que ilustra una modalidad de pasos de flujo radialmente arreglados formados en el elemento de control de flujo;

La figura 6 es una vista seccional tomada a lo largo de la línea 6-6 de la figura 4 y que ilustra una modalidad adicional de la pluralidad de pasos de flujo dispuestos radialmente;

La figura 7 es una vista seccional tomada a lo largo de la línea 7-7 de la figura 4 y que ilustra una forma de realización adicional de los pasos de flujo dispuestos radialmente formados en el elemento de control de flujo;

La figura 8 es una vista superior del elemento de control de flujo que ilustra una etapa anular y un orificio formado en el elemento del cuerpo;

La figura 9 es una vista seccional tomada a lo largo de la línea 9-9 de la figura 8 y que ilustra una pluralidad de ranuras de laberinto formadas en la porción inferior del elemento del cuerpo y que ilustra además, los pasos de flujo formados en la porción intermedia del elemento del cuerpo;

La figura 10 es una vista seccional del elemento de control de flujo que ilustra una disposición alternativa de los pasos de flujo que se extienden a través del elemento del cuerpo;

La figura 11 es una vista seccional de una realización de un elemento de control de flujo cilíndrico que tiene al menos, un paso de flujo tortuoso que se extiende en una dirección radial a través del elemento de control de flujo; y

La figura 12 es una vista seccional de un conjunto de válvula dentro del cual se puede emplear un elemento de control de flujo construido de conformidad con una realización alternativa de la presente invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

Haciendo referencia ahora a las figuras en donde las representaciones tienen el propósito de ilustrar realizaciones preferidas de la presente invención y no para propósitos de limitar la misma, la figura 1 ilustra un conjunto de válvula dentro del cual puede ser empleado un elemento de control de flujo 24. Como se explicará con mayor detalle a continuación, el elemento de control de flujo 24 puede ser formado usando sinterización directa de metal por láser de capas sucesivas de material en polvo. Como se distingue de la tecnología en estado inmaduro en donde el material en polvo puede ser preformado en su forma final previo a la sinterización y unificando la pila de disco en estado inmaduro como se describe anteriormente, el proceso de sinterización directa de metal por láser usa materia prima en polvo. La energía láser se aplica sucesivamente a las capas aplicadas de materia prima en polvo en correspondencia a un modelo por ordenador del elemento de control de flujo 24. El modelo por ordenador y, por lo tanto, el elemento de control de flujo terminado 24, se forma dentro de una pluralidad de pasos de flujo tortuosos 54 para reducir la velocidad de flujo así como también para reducir la presión y energía cinética ya que el fluido fluye a través del elemento de control de flujo 24.

En el proceso de sinterización, el material metálico en polvo se aplica secuencialmente en capas delgadas y la energía láser solidifica sucesivamente el material en polvo. En este sentido, las capas sucesivas se fusionan a las capas previamente sinterizadas hasta que el elemento de control de flujo 24 se forma como una estructura unitaria. El proceso de sinterización directa de metal por láser permite la fabricación del elemento de control de flujo 24 que tiene pasos de flujo complejos 54 orientados a lo largo de cualquier número de ejes múltiples.

Ventajosamente, los pasos de flujo 54 se pueden formar con exactitud dimensional mayormente mejorada a bajo costo y en cantidad de tiempo sustancialmente reducida para ciertas configuraciones en comparación con las prácticas de manufacturación actuales para elementos de control de flujo.

Se muestra en la Figura 1 el conjunto de válvula 10 con el elemento de control de flujo 24 dispuesto entre este. El conjunto de válvula 10 está comprendido de un alojamiento de válvula 12 que tiene una sección superior 14 y una sección inferior 18. La sección inferior 18 define una cámara interior 20 y una abertura de flujo 22. La abertura de

flujo 22 está configurada para comunicar de manera fluida con la cámara interior 20. La cámara interior 20 recibe fluido entre éste y la abertura de flujo 22 permite al fluido escapar a la cámara interior 20.

Dispuesto dentro de la cámara interior 20 del alojamiento de válvula 12, hay un manguito anular 26 y un elemento de control de flujo 24. El elemento de control de flujo 24 es capturado entre el manguito 26 y la sección inferior 18 del alojamiento de válvula 12. El conjunto de válvula 10 puede además incluir un obturador de válvula 34 el cual se dispone deslizablemente dentro del elemento de control de flujo 24. El obturador de válvula 34 está unido a un extremo de un eje o vástago alargado 30. Tanto el obturador de válvula 34 y el vástago 30 se pueden configurar en general cilíndricamente, aunque se contemplan una variedad de otras configuraciones. También se puede señalar que el elemento de control de flujo 24 y el manguito 26, se pueden configurar en una variedad de formas, tamaños y configuraciones alternativas, que incluyen formar el elemento de control de flujo 24 y el manguito 26 como un elemento único. El obturador de válvula 34 como se muestra en la figura 1, se puede configurar complementario al elemento de control de flujo 24 de manera tal que un ajuste deslizante se proporciona entre éste. Se debe señalar también que se puede requerir procesamiento posterior (por ejemplo, trituración), para proporcionar medio de ajuste apropiado en algunas circunstancias.

Como se indica anteriormente, unido al obturador de válvula 34 que se extiende radialmente de un extremo del mismo está el vástago 30, el cual se adelanta a través de un orificio 16 formado dentro de la sección superior 14 de la carcasa de válvula 12. El vástago 30 está acoplado a un accionador 32 el cual es operativo para mover recíprocamente el obturador de válvula 34 entre una posición cerrada y una posición abierta. El accionador 32 se puede configurar como un accionador de pistón 32 y, alternativamente, puede comprender cualquier tipo de accionador 32 (por ejemplo, aire, diafragma, electrónico, hidráulico). El obturador de válvula 34 preferiblemente incluye una cara final 38 que está dispuesta contraria a aquella a partir de la cual se extiende el vástago 30. El obturador de válvula 34 se puede mover entre las posiciones abierta y cerrada en direcciones alternativas como se indica por la flecha A mostrada en la figura 1. En la posición cerrada, la cara final 38 del obturador de válvula 34 se puede colocar en acoplamiento sellante con un asiento de válvula 28 dispuesto dentro de la sección inferior 18 adyacente a la apertura de flujo 22.

Como puede apreciarse, al producirse el movimiento del vástago 30 a la posición abierta, el obturador de válvula 34 puede regresar selectivamente a su posición cerrada por el movimiento del vástago 30 en una dirección opuesta. El acoplamiento del obturador de válvula 34 al asiento de 20 válvula 28, efectivamente bloquea el flujo del fluido a través de la apertura de flujo 22. De esta manera, el obturador de válvula 34 puede ser correspondido a lo largo de la dirección A dentro del conjunto de válvula 10, de manera que la velocidad de flujo del fluido que pasa a través del conjunto de válvula 10 pueda ser regulada.

En la configuración ejemplar mostrada en la Figura 1, la cámara interior 20 recibe fluido que está fluyendo en el alojamiento de válvula 12 en una dirección en general radialmente hacia el interior a partir de un exterior del alojamiento de válvula 12 a un interior de la misma. Cuando el obturador de válvula 34 se mueve de su posición cerrada hacia su posición abierta, el fluido es capaz de fluir internamente a través del elemento de control de flujo 24 y descendientemente a través del asiento de válvula 28 y a través de la apertura de flujo 22. De conformidad con una posible disposición de flujo alternativo, cuando el obturador de válvula 34 se mueve de su posición cerrada hacia su posición abierta, el fluido es capaz de fluir ascendientemente a través de la apertura de flujo 22 a través del asiento de válvula 28 y en el interior del elemento de control de flujo 24, y a partir de entonces, exteriormente a través del elemento de control de flujo 24 y fuera del alojamiento de válvula 12. En cada caso, el fluido fluye a través del elemento de control de flujo 24 en donde la energía del fluido se reduce debido a 20 la pluralidad de pasos de flujo tortuosos 54 formados en el elemento de control de flujo 24 como se describirá en mayor detalle a continuación.

Aunque se muestra como está incorporado en la configuración del conjunto de válvula 10 de la figura 1, el elemento de control de flujo 24 también puede ser incorporado en un número de dispositivos de control de fluido alternativos, sin apartarse del espíritu y alcance de la presente invención. Por ejemplo, el elemento de control de flujo 24 puede ser clasificado y configurado para ser dispuesto dentro de una válvula de mariposa como es bien conocido en la técnica. Además, el conjunto de válvula se puede formar simultáneamente con el elemento de control de flujo 24 usando el proceso de sinterización directa de metal por láser descrito en este documento. En este sentido, se contempla que el elemento de control de flujo 24, descrito con más detalle a continuación, se puede formar como una porción integral de la carcasa de válvula 12.

El elemento de control de flujo 24 define la pluralidad de pasos es de flujo 54, cada uno de los cuales define una trayectoria de flujo tortuosa. Sin embargo, se debe señalar también que los pasos de flujo 54 pueden definir trayectorias de flujo relativamente no tortuosas o una combinación de trayectorias de flujo tortuosas o no tortuosas. Los pasos de flujo 54 se configuran para reducir la presión y velocidad de fluido que fluye a través del elemento de control de flujo 24. El elemento de control de flujo 24 se puede configurar para reducir la energía de fluido que fluye ya sea en una dirección radialmente hacia el interior y/o en una dirección radialmente hacia el exterior.

En las figuras 2 y 2A, se muestra una modalidad del elemento de control de flujo 24 en una vista en perspectiva y que ilustra una disposición que comprende un cuerpo de elemento cilíndrico 36 que tiene un orificio 16 formado a través de éste. El cuerpo de elemento 36 define superficies periféricas internas y externas 46, 48, que tienen la

pluralidad de pasos de flujo tortuosos 54 los cuales se extienden radialmente entre estos. Tal y como se mencionó anteriormente, el elemento de control de flujo 24 se forma como una estructura unitaria con los pasos de flujo tortuosos 54 usando sinterización directa de metal por láser. De esta manera, los pasos de flujo 54 se pueden formar a través del elemento de control de flujo 24 por cualquier número de ejes o cualquier número de direcciones. Por ejemplo, los pasos de flujo 54 se pueden dirigir a lo largo de al menos dos ejes los cuales, en una disposición, pueden ser orientados ortogonalmente o perpendicularmente relativos entre sí. En una modalidad adicional, los pasos de flujo 54 se pueden dirigir a lo largo de al menos tres ejes orientados ortogonalmente relativos entre sí. Cada uno de los pasos de flujo 54 define una apertura exterior o externa 58 en la superficie periférica externa 46 del cuerpo de elemento 36, y una apertura interior o interna 60 en la superficie periférica interna 48 del cuerpo de elemento 36.

[0044]Por ejemplo, como se muestra en las figuras 2 y 2A, uno cualquiera de los pasos de flujo 54 puede seguir una trayectoria compleja que dirige el flujo paralelo al eje longitudinal B del elemento de control de flujo 24, así como también junto con cualquiera de los ejes radiales C y ejes transversales D. Sin embargo, los pasos de flujo 54 pueden ser dispuestos de manera que el fluido se dirige contra una variedad de diferentes direcciones de dos dimensiones o tridimensionales. Como también se puede ver en las figuras 3-7, los pasos de flujo 54 pueden definir una pluralidad de giros de ángulo sustancialmente recto para reducir la velocidad del fluido que fluye entre éste. Los pasos de flujo 54 también se pueden formar a lo largo de un plano único o un eje/dirección único, en donde el fluido puede entrar y salir de ya sea las superficies periféricas internas y/o externas 48, 46, del elemento de cuerpo. En este sentido, los pasos de flujo 54 se pueden formar de manera tal que el fluido puede viajar en cualquier dirección dentro del elemento de control de flujo 24.

Haciendo referencia a la figura 4, se muestra el elemento de control de flujo 24 en una vista lateral que ilustra una pluralidad de aberturas exteriores 58 de las que los pasos de flujo 54 salen o entran a la superficie periférica externa o exterior 46. Tal y como se puede apreciar, el cuerpo de elemento 36 del elemento de flujo de control 24 se puede dividir en una porción superior 38, una porción intermedia 40 y una porción inferior 42, aunque el elemento de control de flujo 24 se puede dividir en cualquier número de porciones. La porción superior 38 así como también la porción inferior 42, pueden cada una incluir una etapa anular 44 como se observa menor en las figuras 2 y 2A. La etapa anular 44 puede ser usada como un mecanismo de localización para posicionar de manera fija el elemento de control de flujo 24 al asiendo de válvula 28 situado dentro del conjunto de válvula 10. Como se observa en las figuras 2, 3, 9 y 10, las aberturas interiores 60 pueden residir dentro de ranuras respectivas o canales definidos dentro de la superficie periférica interna 48 del orificio 16 a lo largo de la porción intermedia 40 del cuerpo del elemento 36. Estas ranuras o canales, si se incluyen, realizan una función de igualación de presión minimizando la vibración del obturador de válvula 34 durante su viaje a través de las posiciones abiertas y cerradas. Sin embargo, como se indica anteriormente, la inclusión de estas ranuras es opcional en el cuerpo del elemento 36.

[0046]Haciendo referencia brevemente a las figuras 2A y 9, el elemento de control de flujo 24 puede incluir además una pluralidad de ranuras anulares de laberinto 50 formadas a lo largo de la superficie periférica interna 48 del agujero 16 del elemento de control de flujo 24. Como se ilustra en la figura 9, las ranuras de laberinto 50 pueden ser verticalmente espaciadas a lo largo de la porción inferior 42 en la superficie periférica interna 48 del elemento de control de flujo 24. Las ranuras de laberinto 50 se pueden formar en cualquier espacio y en cualquier configuración, tal como en segmentos parciales o como ranuras circunferenciales como se ilustra, y pueden ser proporcionadas en la porción superior 38 en adición o como una alternativa a ser proporcionadas en la porción inferior 42. Las ranuras de laberinto 50 también se pueden formar en una superficie periférica externa 46 del elemento de control de flujo 24. Las ranuras de laberinto 50 pueden mejorar la regulación de fluido a velocidades de flujo muy bajas, tal como cuando el obturador de válvula 34 del conjunto de válvula 10 se posiciona en la porción inferior 42.

[0047]Haciendo referencia a las figuras 4-7, se muestran diversos cortes en sección a través del elemento de control de flujo 24 que ilustra una variedad de patrones de paso 56 que se pueden formar en la sección intermedia 40 o en cualquier otra parte del elemento de control de flujo 24. La figura 5 ilustra una disposición ejemplar de patrones de paso 56 angularmente dispuestos alrededor del elemento de control de flujo 24. En este sentido, la figura 5 representa una disposición en donde el flujo de fluido a través de los pasos de flujo 54 está en general a lo largo de dos ejes - el fluido fluye a lo largo del eje radial C así como también a lo largo del eje transversal D mientras que hace una pluralidad de giros de ángulo recto ya que el flujo ondula a través de los pasos de flujo 54. Más particularmente, la figura 5 ilustra una disposición en donde el fluido ejecuta aproximadamente diez giros en ángulo recto en cada lado de un patrón de paso simétrico 56. El patrón 56 es repetido como nueve patrones de pasos angularmente espaciados 56, cada uno que tiene dos pasos de flujo 54, aunque puede ser proporcionado cualquier número de patrones en cualquier variedad de configuraciones.

La figura 6 ilustra una realización adicional comparada a la realización de los pasos de flujo 54 mostrados en la figura 5 en que, a pesar que el patrón 56 es geoméricamente similar, el pasos de flujo 54 tiene una geometría alterada en la apertura exterior 58 del paso de flujo 54. En los patrones de paso 56 de la figura 6, el fluido ejecuta aproximadamente doce vueltas en ángulo recto a lo largo de cada lado simétrico del patrón de paso 56. Los pasos de flujo 54 de la figura 6 están dispuestos como ocho patrones espaciados angularmente 56 cada uno que tiene dos pasos de flujo 54.

Se ilustra También en la Figura 6 está la inclusión óptima de una serie de protuberancias 52 las cuales proporcionan resistencia adicional al flujo de fluido a través de los pasos de flujo 54. En este sentido, cada una de las protuberancias 52 actúa como un tipo de reductor de velocidad en el cual el flujo se dirige temporalmente hacia arriba cuando pasa a través de los pasos de flujo 54 a lo largo del eje longitudinal B. Además, las protuberancias 52 están orientadas transversalmente en relación a la dirección del flujo de fluido a través del paso de flujo. Sin embargo, se contempla que las protuberancias 52 puedan estar orientadas en cualquier dirección con relación al flujo de fluido tal como en un ángulo pequeño con relación al flujo de fluido. Además, las protuberancias 52 pueden estar situadas en cualquier porción del paso de flujo 54 y no están estrictamente limitadas a formación en las superficies inferior y superior de los pasos de flujo 54. Por ejemplo, las protuberancias 52 se pueden formar como espigas o montantes los cuales se extienden fuera de las paredes laterales de los pasos de flujo 54. En este sentido, las protuberancias 52 se pueden disponer en cualquier patrón 56 y no se limitan estrictamente a una distribución simétrica o uniforme.

Haciendo referencia a la figura 7, todavía se muestra una realización adicional de geometría de un patrón de flujo 56 que se muestra como diez patrones de pasos espaciados angularmente 56. Cada uno de los pasos de flujo 54 ilustrados en la figura 7 se configuran de forma que el fluido debe ejecutar aproximadamente dieciséis giros en ángulo recto a partir de las aperturas interiores 60 del paso de flujo 54 a las aperturas exteriores 58 del mismo. A pesar que las configuraciones del paso de flujo 54 ilustradas en las figuras 5-7 se muestran como que están situadas dentro de la porción intermedia 40, se debe observar que los pasos de flujo 54 se pueden formar para extenderse verticalmente en las porciones superior y/o inferior 38, 42. En este sentido, también se observó que los pasos de flujo 54 se pueden formar en cualquier orientación (es decir, a lo largo de cualquier eje o variación de éste). Además, los pasos de flujo 54 se pueden configurar para reducir la velocidad del fluido en cualquier dirección y no se limitan al flujo de fluido en la dirección radialmente externa. Los pasos de flujo 54 de la figura 7 están dispuestos como diez patrones angularmente espaciados 56 cada uno que tiene un paso de flujo único 54.

Con referencia brevemente a las figuras 8 y 9, se muestra el elemento de control de flujo 24 en una vista superior (es decir, figura 8), así como en una vista seccional tomada como un corte vertical a través del elemento de control de flujo 24. En este sentido, la figura 9 ilustra las ranuras de laberinto 50 y el posicionamiento relativo de las configuraciones del paso de flujo 54 en la porción intermedia 40. La porción inferior 42 de la Figura 9 ilustra la etapa anular 44 la cual está preferiblemente dimensionada y configurada para acoplar el asiento de válvula 28 del conjunto de válvula 10. En este sentido, se debe notar que el asiento de válvula 28 del conjunto de válvula 10 se puede formar integralmente con (es decir, vía sinterización directa de metal por capa) el elemento de control de flujo 24. Además, el conjunto de válvulas completo 10 se puede formar usando sinterización directa de metal por láser que incluye formación del obturador de válvulas 34 y elemento de control de flujo 24, como también se ha mencionado anteriormente.

Todavía con referencia a la figura 9, mostradas en la porción intermediaria 40 del elemento de control de flujo 24 hay porciones de los pasos de flujo 54. Como se puede observar, los pasos 54 se proporcionan con una forma de sección transversal que es ortogonal en la naturaleza. Sin embargo, hay que señalar que la forma transversal de los pasos de flujo 54 se pueden proporcionar en cualquier configuración tal como en formas alternativas (es decir, cuadrada, rectangular, rombo, triangular, etc.) y/o en una configuración redondeada tal como en una configuración circular u ovalada o cualquier derivación de los mismos.

Con referencia brevemente a la figura 10, se muestra el elemento de control de flujo 24 en donde los pasos de flujo 54 se forman de manera que al menos una porción del fluido fluye a través de los pasos de flujo 54 que viajan en paralelo al eje longitudinal B (es decir, en movimiento vertical) además del viaje a lo largo del eje radial C. Además, a pesar de no mostrarse en a figura 10, los pasos de flujo 54 pueden además permitir giros en ángulo recto del fluido a lo largo de los ejes transversales D mientras el fluido se mueve de la periferia interior 48 a la periferia exterior 46 del elemento de control de flujo 24. Sin embargo, como se mencionó anteriormente, el elemento de control de flujo 24 se puede configurar de forma que el fluido pueda fluir en cualquiera de las dos direcciones (es decir, radialmente interna o externamente). Además, el elemento de control de flujo 24 puede permitir un flujo en dirección vertical sustancial (es decir, a lo largo del eje longitudinal B) a través del elemento de control de flujo 24 para ciertas aplicaciones.

Los pasos de flujo 54 pueden incluir una disposición similar a la ilustrada en las figuras 5-7 en donde el fluido ejecuta una pluralidad de giros de ángulo recto en paralelo al eje radial e y/o eje transversal D. De acuerdo con la presente invención, los pasos de flujo 54 se pueden formar como una variedad de 20 diferentes patrones de paso 56 que varían a lo largo de una altura del elemento de control de flujo 24. Por ejemplo, como se muestra en las figuras 4 y 9, los patrones de paso 56 ilustrados en las figuras 5-7 representan tres diferentes patrones de paso 56 que se formaron dentro de la porción intermedia 40 del cuerpo del elemento 36. Los pasos de flujo 54 se pueden formar de forma que un área transversal del mismo generalmente se expande (es decir, incremento en área transversal) a lo largo de una dirección del flujo de fluido a través del paso de flujo 54. Sin embargo, el área transversal a través del paso de flujo 54 se puede configurar para permanecer relativamente constante y/o disminuir a partir de la superficie periférica interna 48 a la superficie periférica exterior 46, o vice versa. Por otra parte, cualquier paso de flujo 54 se puede formar de forma que cause que el fluido fluya a través del paso 54 para ser segregado en dos corrientes las

cuales chocan entre sí por un efecto de disipación de energía. El choque también se puede lograr centrifugando pasos adyacentes 54 de la manera apropiada.

5 Haciendo referencia brevemente a la figura 11, se muestra el elemento de control de flujo 24 configurado como un perno de purga y el cual se puede configurar como un elemento alargado y el cual puede preferiblemente proporcionar una configuración cilíndrica a pesar que se contempla cualquier configuración o forma por estar dentro de espíritu y alcance de la presente invención. El paso de flujo tortuoso 54 como se muestra en la figura 11 se puede extender axialmente a lo largo del elemento de control de flujo 24 y se puede centrar en este a pesar que se contemplan otros arreglos no centrados o desbalanceados para el paso de flujo 54. El paso de flujo 54 se puede configurar para tener un área transversal que se expande de un extremo del elemento de control de flujo 24 al extremo opuesto como se muestra, a pesar que se contempla un área transversal constante. El elemento de control de flujo 24 mostrado en la figura 11 se puede proporcionar con una porción principal y puede opcionalmente incluir una ranura anular. El paso de flujo 54 puede incluir cualquier número de giros los cuales se pueden orientar en cualquier dirección a lo largo de cualquier eje. Además, se pueden formar pasos de flujo múltiple en el elemento de control de flujo 24 diferente del elemento de control de flujo único 24 mostrado en la figura 11.

10 Tal como se mencionó anteriormente, el elemento de control de flujo 24 como se describe en la presente, se puede producir usando sinterización directa de metal por capa como el mecanismo de fabricación. En este sentido, el elemento de control de flujo 24, primero se crea como un modelo por ordenador. El modelo por ordenador incluye la configuración de paso de flujo 54 así como la geometría total del elemento de control de flujo 24. Como también se mencionó anteriormente, el proceso de sinterización directa de metal por láser permite la fabricación del elemento de control de flujo 24 en capas sucesivas de material en polvo que se solidifican sucesivamente para formar el elemento de control de flujo 24 como una estructura unitaria. Algunas de las ventajas ofrecidas por este proceso de fabricación incluyen propiedades de mayor resistencia, menos material de residuo, requerimientos de herramienta mínimos y repetitividad mejorada a partir de parte a parte en una cantidad reducida de tiempo comparada con procesos convencionales tales como electrones de descarga mecanizada (es decir, EDM). Requerimientos posteriores después del procesamiento, así como de reanudación y prueba, también se minimizan usando el proceso de sinterizado directo de metal por láser.

20 Con referencia ahora a la figura 12, se muestra un conjunto de válvula que tiene una modalidad alternativa del elemento de control de flujo 24 configurado como un obturador de válvula dispuesto dentro de éste. El conjunto de válvula 62 comprende un alojamiento de válvula 64 el cual define una cámara de entrada 66 y una cámara de salida 68. Las cámaras de entrada y salida 66, 68 se colocan en el fluido en comunicación entre sí vía una abertura de flujo 70 la cual se extiende entre estas. La abertura de flujo 70 se define por un anillo de sellado anular 72 el cual se une a una pared la cual se define por el alojamiento de válvula 62 y se extiende entre la cámara de entrada y salida 66, 68.

25 En el conjunto de válvula 62, el elemento de control de flujo 24 es selectivamente móvil entre las posición es abierta y cerrada, con relación al anillo de sellado 72. El elemento de control de flujo 24 se une a un extremo de un eje o vástago alargado 74 el cual está a su vez acoplado a un accionador (no mostrado). El accionador es operativo para mover recíprocamente el elemento de control de flujo 24 entre sus posiciones abierta y cerrada, la posición cerrada es mostrada en la figura 12. Cuando el elemento de control de flujo 24 está en su posición cerrada, un hombro anular 76 definido de este modo se lleva en un acoplamiento sellado con el anillo de sellado 72 en la manera mostrada en la figura 12.

30 Además del hombro 76, el elemento de control de flujo 24 define una porción de camisa generalmente cilíndrica, anular 78. Aunque no se muestra en la figura 12, dispuesto dentro de la porción de camisa 78 del elemento de control de flujo 24 está una pluralidad de pasos de flujo descritos anteriormente 54. En el montaje de válvula 62, la actuación del elemento de control de flujo 24 de su posición cerrada a su posición abierta resulta en el hombro 76 siendo movido hacia arriba fuera del acoplamiento sellado con el anillo de sellado 72. Como un resultado, el fluido dentro de la cámara de entrada 66 es capaz de fluir en la porción de camisa 78 del elemento de control de flujo 24, y hacia afuera a través de los pasos de flujo 54 del mismo en la cámara de salida 68. El flujo del fluido a través de los pasos de flujo 54 efectivamente disipa la energía del mismo. Como se describe anteriormente en relación a otras modalidades del elemento de control de flujo 24, los pasos de flujo 54 pueden incluir cualquier número de giros los cuales se pueden orientar en cualquier dirección o a lo largo de cualquier eje. Como también se indicó anteriormente, en el contexto del montaje de válvula 62 mostrado en la figura 12, el elemento de control de flujo 24 está generalmente configurado y proporciona algo de la funcionalidad de un obturador de válvula convencional. La formación del elemento de control de flujo 24 mostrada en la figura 12 de conformidad con las enseñanzas de la presente invención es ventajosa ya que una pila de discos montada a través del uso de métodos de soldadura o empernado de disco generalmente carece de fuerza necesaria para uso en la aplicación descrita en relación a la figura 12.

35 El método para fabricar un elemento de control de flujo 24 generalmente comprende las etapas de proporcionar una capa de material en polvo tal como material metálico o cualquier otro material adecuado. La energía perdida se aplica a porciones o áreas geométricas específicas de la capa de material metálico en polvo que corresponde al modelo por ordenador. Se proporciona la energía láser a la capa del material metálico en polvo hasta solidificar las

porciones. Después se aplica una segunda capa de material en polvo sobre la capa sinterizada con la energía láser nuevamente siendo aplicada a porciones específicas de la segunda capa hasta las porciones solidificadas y fusionadas a la capa previamente sinterizada. Las etapas se repiten con las capas sucesivas del material metálico en polvo siendo sinterizado usando la energía láser hasta que se forma el elemento de control de flujo 24 como una estructura unitaria con una pluralidad de pasos de flujo 54 en correspondencia con el modelo por ordenador.

En una forma de realización, la geometría final En una modalidad, el paso de flujo terminado 54 se puede orientar geoméricamente a un ángulo o inclinación ligera con relación a la horizontal (es decir, aproximadamente 3-5°) para prevenir la formación de artefactos que pueden de otra forma ser creados. Tales artefactos pueden aparecer en superficies superiores de los pasos de flujo 54 durante el proceso de sinterización directa de metal por láser. Tales artefactos pueden actuar como impedimentos para que fluya el fluido existente de las aperturas exteriores 58. En este caso, los artefactos pueden tener un efecto perjudicial en el desempeño del elemento de control de flujo 24. Sin embargo, formando el paso de flujo 54 en un ángulo leve o inclinado o con una configuración en general en sección transversal circular o redondeada, se cree que la generación de artefactos puede ser minimizada o eliminada.

En el proceso de sinterización directa de metal por láser, el polvo es preferiblemente un polvo metálico de una composición adecuada. Para propósitos de control de flujo, se desea en general, que el elemento de control de flujo 24 exhibe alta erosión y resistencia a la corrosión. Además, se desea que el elemento de control de flujo 24 exhiba características de alta resistencia con dureza relativamente alta. En este sentido, las aleaciones de hierro-carbono, tales como acero inoxidable, son materiales preferidos para uso en forma en polvo en el proceso de sinterización directa de metal por láser. Un material de acero inoxidable ejemplar incluye, acero inoxidable 17-4 el cual exhibe propiedades de alta resistencia con resistencia a la corrosión adecuada para propósitos de control de flujo. Otro ejemplo incluye un material comercialmente conocido como PHI que tiene propiedades mecánicas similares a aquellas exhibidas por acero inoxidable 17-4.

Inconel, cobalto-cromo, titanio y un material a base de bronce comercialmente conocido como DM20, son otros materiales adecuados para uso en el proceso de fabricación de sinterización directa de metal por láser para el elemento de control de flujo 24 y/o conjunto de válvula 10. El cobalto cromo puede ser un reemplazo adecuado para aplicaciones típicas de material Inconel, debido a sus altas propiedades mecánicas mejoradas y de gravedad específica superiores a temperaturas elevadas. En este sentido, cualquier materia prima adecuada puede ser utilizada en el proceso de sinterización directa de metal por láser. Idealmente, la composición en polvo es optimizada de manera tal que después de la formación, el elemento de control de flujo 24 requiere procesamiento posterior mínimo tal como desbarbado, terminado y tratamiento de calor tal como templado.

Como se mencionó anteriormente, los elementos de control de flujo 24 producidos usando el proceso de sinterización directa de metal por láser, permiten un grado alto de parte de repetitividad con tolerancias geométricas relativamente pequeñas en el orden de 0,0254 mm - 0,0508 mm (0,001-0,002 pulgadas). De manera ideal, los espesores de pared mínimos se mantienen a no menos de 0,02032 mm (0,008 pulgadas) hasta 0,254 mm (0,010 pulgadas). Las dimensiones totales del elemento de control de flujo 24 están no limitadas pero son preferiblemente mantenidas a aproximadamente diez pulgadas de largo diez pulgadas de ancho por nueve pulgadas de altura.

Como se ha mencionado anteriormente, el método de fabricación del elemento de control de flujo 24 usando proceso de sinterización directa de metal por láser comprende aplicar selectivamente, energía láser a porciones del material en polvo de conformidad con el modelo por ordenador del elemento de control de flujo 24. En este sentido, el modelo por ordenador puede ser proporcionado en cualquier formado legible por una máquina. La capacidad para inicialmente generar el modelo por ordenador, permite otras ventajas tales como análisis de tensión usando técnicas de análisis de resistencia de elemento finita, así como también análisis de flujo usando técnicas de dinámica de flujo computacional (CFD) para verificar el rendimiento previo a la producción.

Una ventaja adicional proporcionada por el proceso de sinterización directa de metal por láser, incluye las propiedades de resistencia mejorada exhibidas por el elemento de control de flujo 24, particularmente con respecto a la alta resistencia a las tensiones circunferenciales (es decir, estrés en la dirección circunferencial). Otras desventajas pueden incluir una mayor área de cojinete longitudinal y circunferencial, flexibilidad mayor en la geometría de los pasos de flujo 54 sin limitaciones de herramientas convencionales, y apariencia mejorada del producto debida a la exactitud dimensional incrementada. Además, las ventajas pueden incluir una carga de diafragma reducida y velocidad de flujo superior por unidad de choque del cuerpo obturador.

La utilización de sinterización directa de metal por láser para fabricar el elemento de control de flujo 24 y/o el conjunto de válvula 10, incluye numerosas ventajas que incluyen mejoramientos en reducción de costes y reducciones en tiempo de fabricación, comparado con prácticas de manufacturación tradicionales tales como mecanizado a alta velocidad (por ejemplo, CNC), o electrones de descarga mecanizada (EDM) o descarga de electrón de estilo sumergido. El elemento de control de flujo 24 permite una mayor precisión en el control de la velocidad de flujo a través del elemento de control de flujo 24 debido a un control mayor sobre las tolerancias y geometría de los pasos de flujo 54. La eliminación de banda muerta (es decir, sin respuesta lineal al movimiento del cuerpo obturador dentro del elemento de control de flujo 24), es un mejoramiento adicional proporcionado por el

proceso de sinterización directa de metal por láser. La inclusión de protuberancias 52 dentro de los pasos de flujo 54 puede mejorar la resistencia para fluir e incrementa el desempeño del elemento de control de flujo 24.

REIVINDICACIONES

1. Elemento de control de flujo (24) que comprende:

5 un cuerpo de elemento (36) que tiene un orificio (16) formado a través de éste y que define superficies periféricas internas y externas (48, 46) con una pluralidad de pasos de flujo tortuosos (54) que se extienden radialmente los mismos; en donde:

10 el elemento de control de flujo (24) está configurado como una estructura unitaria formada a partir de capas sinterizadas de material en polvo; y

cada uno de los pasos de flujo (54) se extiende a través del elemento de control de flujo (24) a lo largo de al menos dos ejes;

15 caracterizado porque los pasos de flujo tortuosos (54) están formados como al menos dos patrones diferentes de paso (56) que varían a lo largo de al menos uno de una altura y una anchura del cuerpo del elemento (36).

20 2. El elemento de control de flujo (24) de la reivindicación 1 en el que cada uno de los pasos de flujo (54) se extiende a través del elemento de control de flujo (24) a lo largo de al menos tres ejes (B, C, D).

3. El elemento de control de flujo (24) de la reivindicación 2 en el que los ejes (B, C, D) están orientados ortogonalmente uno con relación a otro.

25 4. El elemento de control de flujo (24) de la reivindicación 1 en el que al menos uno de los pasos de flujo (54):

- define una pluralidad de giros de ángulos sustancialmente rectos a lo largo de al menos uno de los ejes (B, C, D); o

30 • incluye una protuberancia (52) orientada de manera sustancialmente transversal respecto a una dirección de flujo de fluido a través del paso de flujo (54).

35 5. El elemento de control de flujo (24) de la reivindicación 1 en el que el orificio (16) incluye una superficie periférica interior (48) que tiene al menos una ranura de laberinto anular (50) formado en el mismo.

6. El elemento de control de flujo (24) de la reivindicación 1 en el que:

40 el elemento de control de flujo (24) incluye una parte superior (38), una porción intermedia (40) y una parte inferior (42); y

los conductos de flujo (54) se disponen dentro de la parte intermedia (40).

45 7. El elemento de control de flujo (24) de la reivindicación 1 en el que cada uno de los conductos de flujo (54) tiene una sección transversal formada en al menos uno de una configuración ortogonal y redondeada; preferiblemente la sección transversal de paso de flujo está generalmente en expansión a lo largo de una dirección de fluido fluir a través del conducto de flujo (54).

50 8. Un conjunto de válvula (10) que incluye el elemento de control de flujo (24) como se define en las reivindicaciones 1-7, que comprende:

una carcasa de válvula (12) que tiene el elemento de control de flujo (24) montado dentro de la misma, de que manera tal que el fluido que fluye a través de la carcasa de la válvula (12) pasa a través de los conductos de flujo (54).

55 9. El conjunto de válvula (10) de la reivindicación 8 que comprende además: un obturador de válvula (34) dispuesto de forma deslizable dentro del orificio del cuerpo del elemento (36), el obturador de la válvula (34) está configurado para regular la cantidad de pasos de flujo (54) que pasan a través del cual el fluido puede pasar.

60 10. Una carcasa de válvula (12) que tiene un elemento de control de flujo (24) como se define en las reivindicaciones 1-7, montado dentro de la misma, de manera que el fluido que fluye a través de la carcasa de la válvula (12) pasa a través de los pasos de flujo (54) en el que el paso de flujo del elemento de control se extiende a lo largo de al menos tres ejes (B, C, D) orientados ortogonalmente uno con relación al otro.

65 11. Un método de fabricación de un elemento de control de flujo (24) que comprende las etapas de:

(a) proporcionar una capa de material metálico potente;

(b) la aplicación de energía láser a las porciones de la capa de material metálico en polvo hasta que las porciones solidifican; y

5 (c) repetir las etapas (a) y (b) con capas sucesivas de material metálico potente hasta que el elemento de control de flujo (24) se forma como una estructura unitaria con una pluralidad de pasos de flujo tortuosos (54) formados en el mismo;

10 caracterizado porque los pasos de flujo tortuosos (54) están formados como al menos dos patrones diferentes de paso (56) que varían a lo largo de al menos uno de una altura y una anchura del cuerpo del elemento (36).

12. El método de la reivindicación 11 en el que la etapa (b) comprende aplicar selectivamente energía láser a las porciones de material metálico en polvo de acuerdo con un modelo de ordenador del elemento de control de flujo (24).

15 13. El método de la reivindicación 11 en el que la etapa (c) comprende:

20 • formar el elemento de control de flujo (24) de tal manera que al menos uno de los pasos de flujo (54) define una pluralidad de una pluralidad de giros de ángulo sustancialmente rectos a lo largo de al menos uno de tres ejes.

• formar el elemento de control de flujo (24) de tal manera que al menos uno de los pasos de flujo (54) incluye una protuberancia (52) orientada de manera sustancialmente transversal respecto a una dirección de flujo de fluido a través del paso de flujo (54).

25 • formar el elemento de control de flujo (24) para incluir una superficie periférica interior (48) que tiene al menos una ranura de laberinto anular (50) formada en el mismo; o

30 • formar el elemento de control de flujo (24) para incluir una parte superior (38), una porción intermedia (40) que tiene los pasos de flujo (54) dispuestos en su interior, y una parte inferior (42).

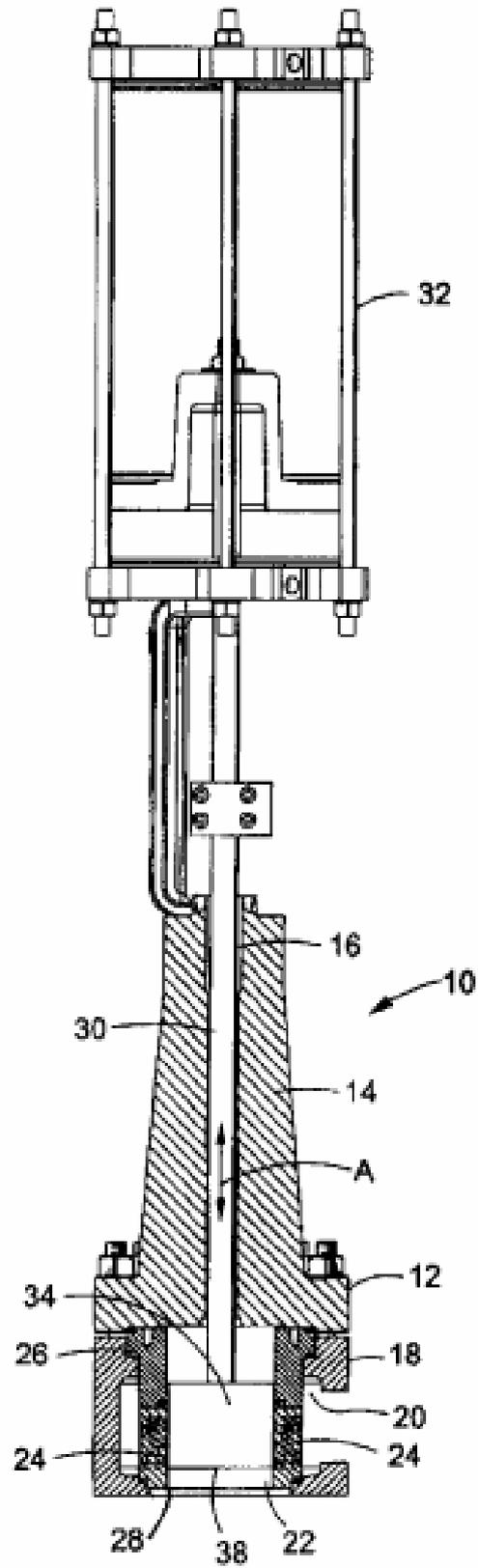


Fig. 1

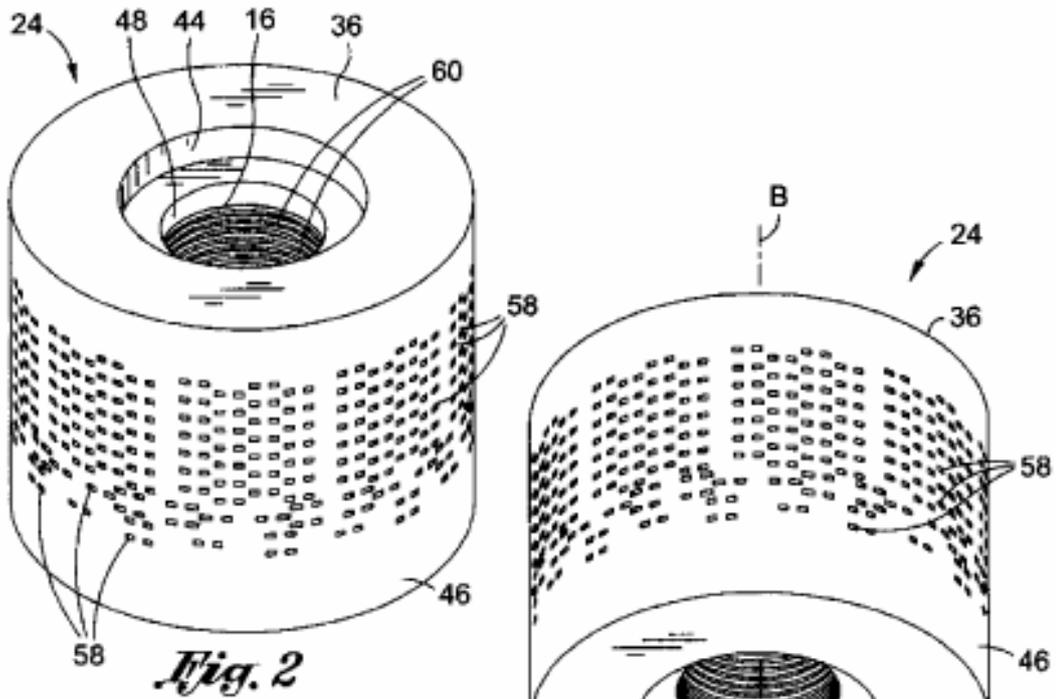


Fig. 2

Fig. 2A

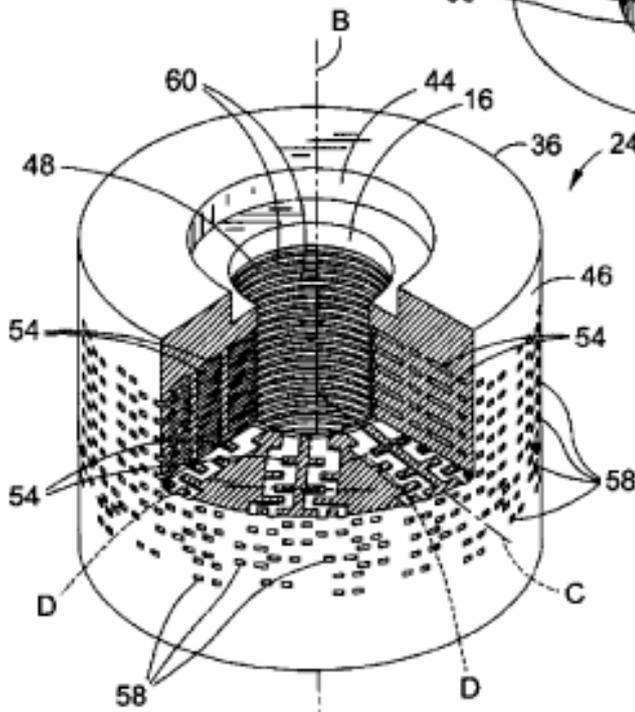


Fig. 3

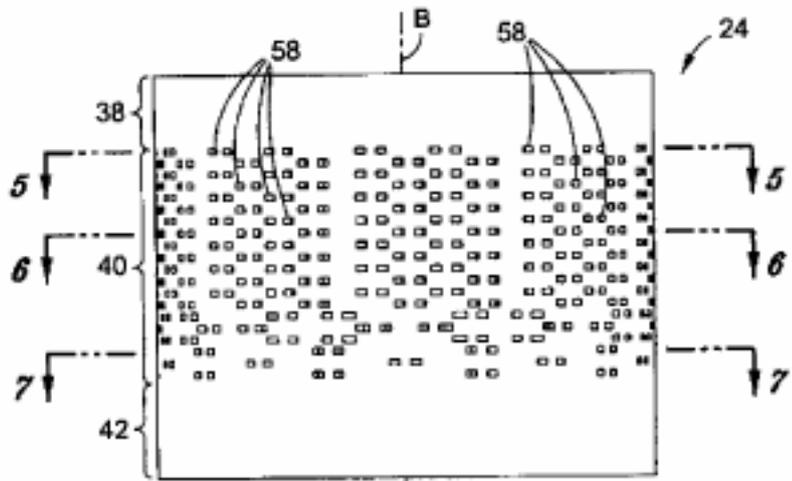


Fig. 4

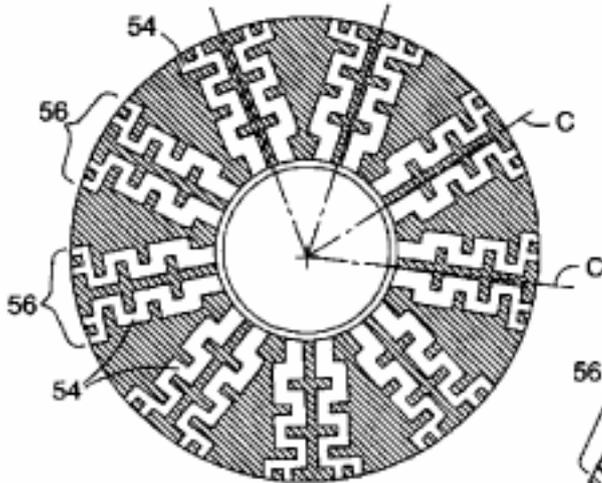


Fig. 5

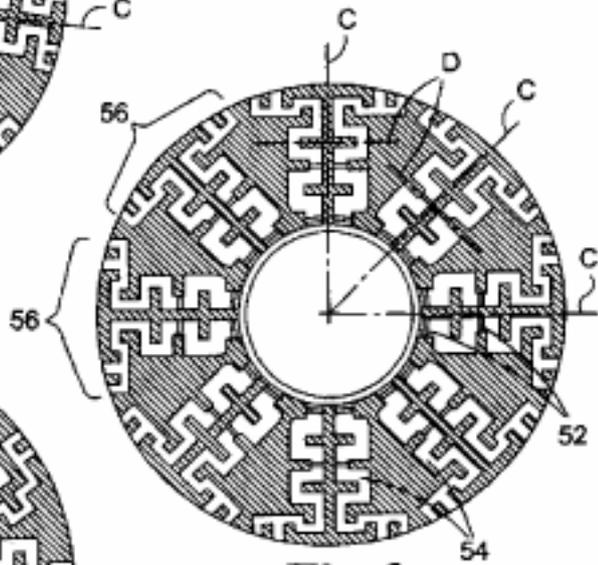


Fig. 6

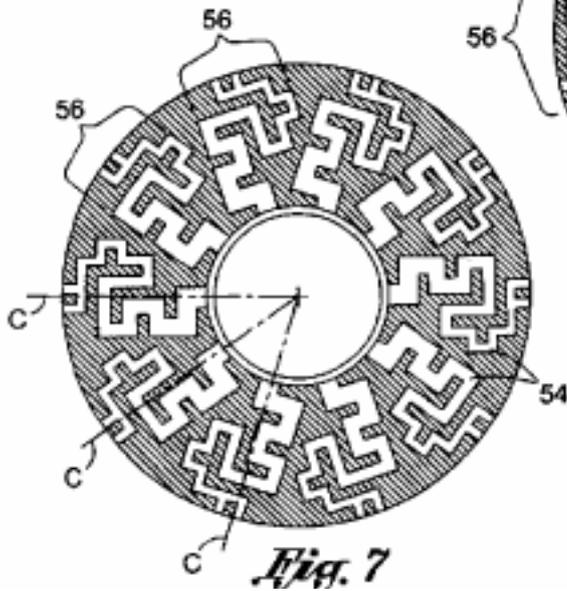


Fig. 7

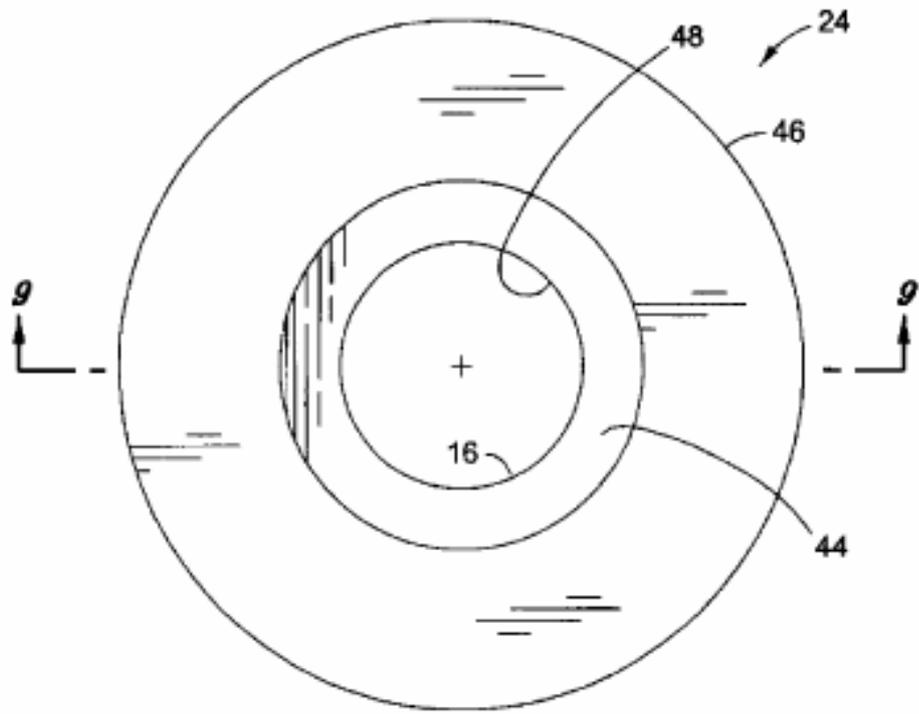


Fig. 8

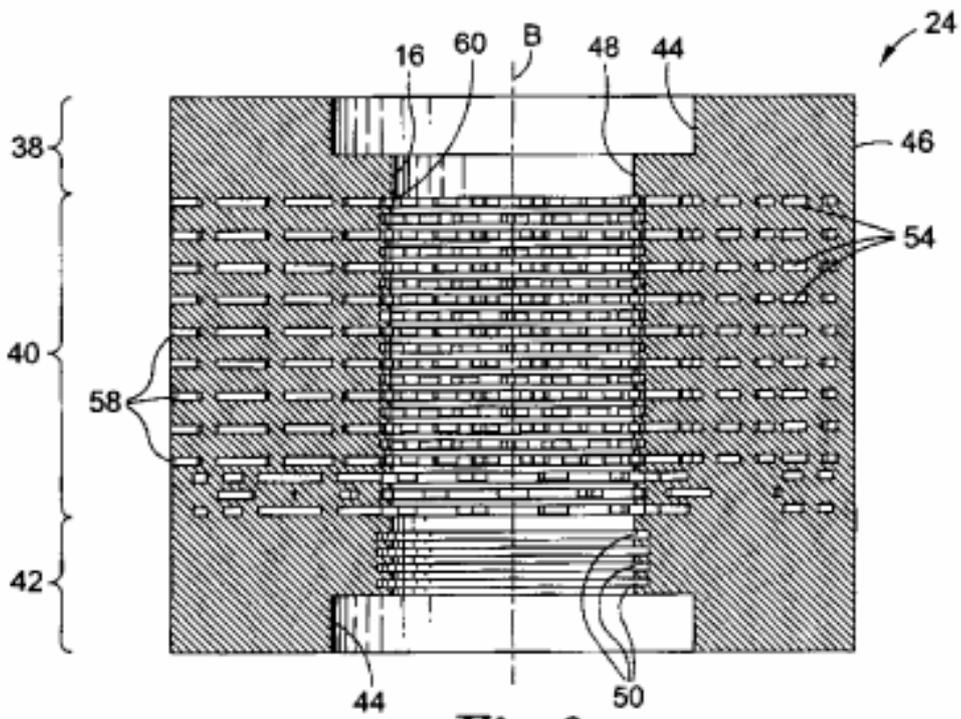


Fig. 9

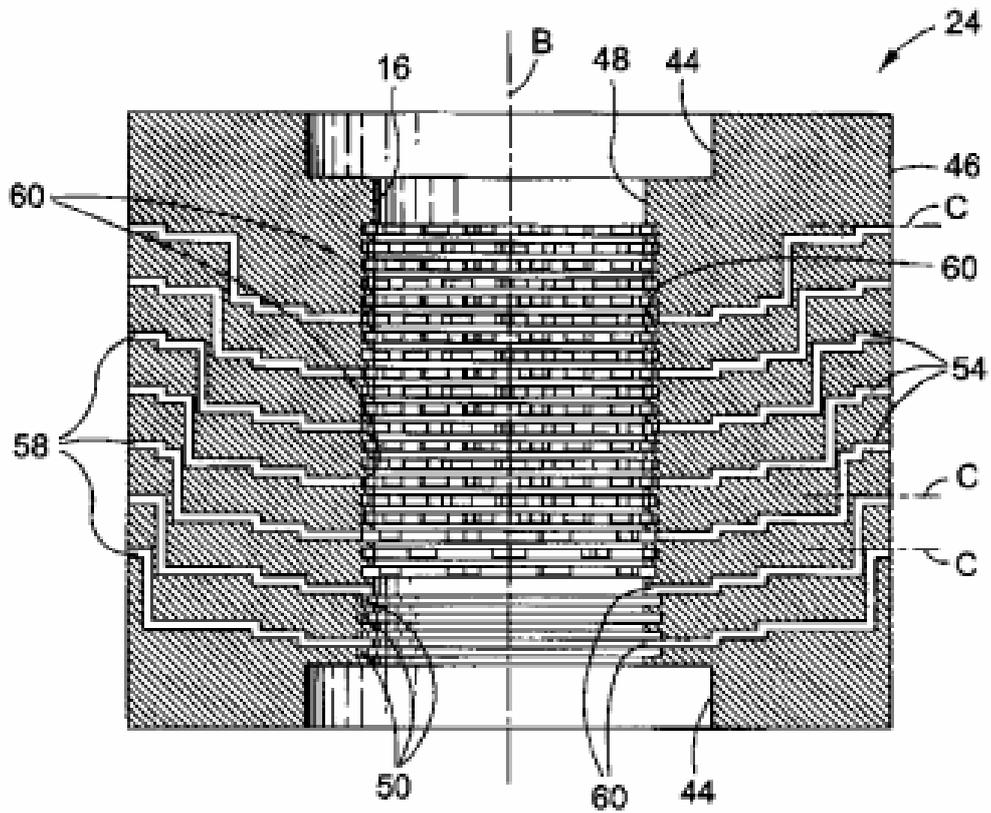


Fig. 10

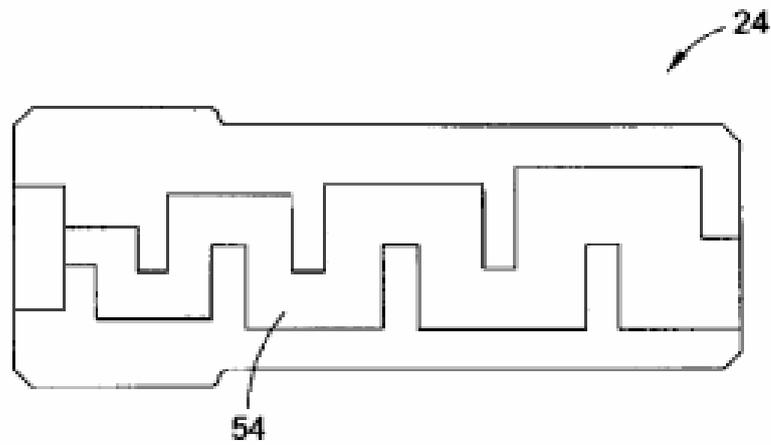


Fig. 11

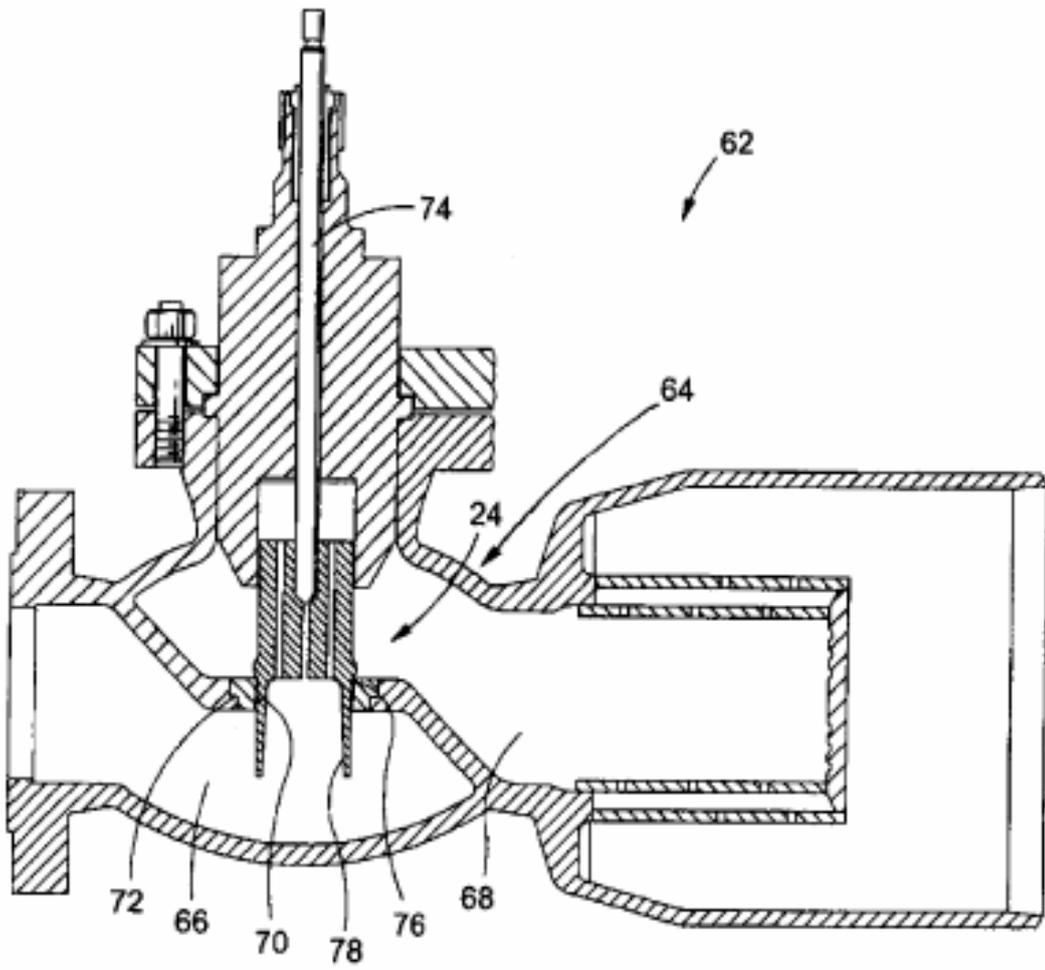


Fig. 12