

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

Registro de la Propiedad Industrial



ESPAÑA

Concedido el Registro de acuerdo con los datos que figuran en la presente descripción y según el contenido de la Memoria adjunta.

19 ES	21	22	10 AI
NÚMERO		475798	
FECHA DE PRESENTACION		7-12-78	

20 FEB. 1979

PATENTE DE INVENCION

30 PRIORIDADES:	32 FECHA	33 PAIS
31 NUMERO		
77/13634	9-12-77	Holanda

47 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL	62 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	H01J	

54 TITULO DE LA INVENCION
UN TUBO DE RAYOS X DE ANODO ROTATIVO"

71 SOLICITANTE (S)	(PHN 8982 Spain HK/EV)
N.V. PHILIPS'GLOEILAMPENFABRIEKEN	

DOMICILIO DEL SOLICITANTE
29-Emmasingel, Eindhoven, Holanda

72 INVENTOR (ES)
Jan Gerkema y Everhardus Albertus Muijderman

73 TITULAR (ES)

74 REPRESENTANTE	(P.- 70.431)
DON OSCAR DE ELZABURU FERNANDEZ	

El invento se refiere a un tubo de rayos X de ánodo rotativo del tipo que comprende un ánodo rotativo que está soportado por medio de al menos un cojinete lubricado por metal en un alojamiento hermético al vacío.

5

Un tubo de rayos X de este tipo es particularmente adecuado para uso como fuente de radiación en aparatos de diagnosis médica por rayos X.

10

La memoria de la patente norteamericana número 2.293.527 describe un tubo de rayos X de esta clase, en el que el sistema de cojinete comprende dos cojinetes de bolas lubricados por metal. Con objeto de reducir al mínimo el desgaste de los cojinetes de bolas en un tubo de rayos X de esta clase, el ánodo es hecho girar solamente cuando el tubo de rayos X emite radiación. A pesar de esta medida, la vida del tubo de rayos X es corta debido a la corta vida de los cojinetes de bolas. Esto es debido principalmente al hecho de que parte del calor desarrollado en el ánodo durante el funcionamiento se disipa a través de los cojinetes, como consecuencia de lo cual la temperatura principal de los cojinetes de bolas se incrementa hasta aproximadamente 400°C. Además, el cojinete de bolas ha de operar en vacío. En tales condiciones de trabajo, los cojinetes de bolas no pueden lubricarse adecuadamente, como consecuencia adicional de lo cual es necesario utilizar cojinetes con holguras adecuadas a fin de evitar el riesgo de agarrotamiento de los cojinetes. Por consiguiente, el ruido del tubo de rayos X es sustancial, lo que es muy molesto para un paciente que esté siendo examinado con ayuda de un aparato que contenga tal tubo de rayos X.

15

20

25

30

Un objeto del invento es proporcionar un tubo de rayos X con una larga vida, cuyo tubo no produce mucho ruido en los cojinetes. Un tubo de rayos X de acuerdo con el invento se caracteriza porque el cojinete es un cojinete de manguito en el que al menos unas superficies de cojinete metálicas cooperantes no son sustancialmente atacadas por Ga o una aleación de Ga que sirve como lubricante en dicho cojinete de manguito, teniendo la aleación de Ga un punto de fusión inferior a 25°C. y estando en contacto de humedecimiento molecular con las superficies del cojinete. Por contacto de humedecimiento molecular ha de entenderse un contacto de humedecimiento mediante el cual existe una interacción directa entre átomos metálicos de las superficies del cojinete y átomos de la aleación de Ga. Tal humedecimiento de las superficies del cojinete, que están hechas preferiblemente de W o Mo o de una aleación de W y Mo, por parte del Ga o de la aleación de Ga es tan completo que las superficies del cojinete quedan completamente separadas una de otra por el Ga o la aleación de Ga en la condición de cargado del cojinete en el tubo. Tanto en el estado estacionario como durante la rotación del ánodo, el Ga o la aleación de Ga no es expulsado a la fuerza del cojinete, de modo que se impide que el cojinete se agarrote y se reducen sustancialmente el desgaste y la producción de ruido del cojinete. La rotación del ánodo no necesita ser interrumpida cuando no se esté emitiendo radiación por el tubo, sino que puede continuar durante un período prolongado, por ejemplo, durante un día de trabajo, durante cuyo período la corriente del tubo puede conectarse y desconectarse en cualquier momento deseado. Duran-

te el funcionamiento, la corriente del tubo y el calor desarrollado en el ánodo por el flujo de electrones que incide sobre él pueden disiparse satisfactoriamente a través del cojinete debido a que el Ga o la aleación de Ga tiene también una conductividad eléctrica y calorífica favorable, incluso a las temperaturas y a las presiones a las que son sometidos en un tubo de rayos X. Como quiera que la temperatura de un tubo de rayos X cuando está en uso en un aparato para diagnosis médica por rayos X asciende por lo menos a 250°C, la aleación de Ga en el cojinete del tubo de rayos X, de acuerdo con el invento, cuando está en uso en tal aparato, se encuentra en el estado líquido, de modo que el comienzo de la rotación del ánodo es posible sin problemas de ninguna clase. Cuando se utiliza Ga en calidad de lubricante en el cojinete, el tubo de rayos X ha de ser precalentado antes de iniciar la rotación de los ánodos a fin de llevar el Ga al estado líquido.

Una realización preferida de un tubo de rayos X de acuerdo con el invento se caracteriza porque al menos una de las superficies de cojinete mutuamente cooperantes del cojinete de manguito está provista de ranuras helicoidales. Como resultado de la presencia de las ranuras helicoidales en una superficie del cojinete, el lubricante (aleación de Ga) es obligado a entrar en el cojinete durante el funcionamiento. Como resultado, se mejora la distribución de la aleación de galio en el cojinete y, además, de incrementarse la capacidad de carga del cojinete, el cojinete tiene así una elevada estabilidad dinámica durante la rotación.

Se describirá ahora el invento, a título de ejemplo, haciendo referencia a los dibujos que se acompañan, en los que:

5 La Figura 1 es una vista en sección longitudinal diagramática de un tubo de rayos X de ánodo rotativo de acuerdo con el invento,

la Figura 2 es una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea II-II de la Figura 1, y

10 las Figuras 3a, 3b, 3c y 3d muestran diagramáticamente configuraciones de interfaz factibles por interacción entre una superficie metálica a humedecer y una aleación de Ga que tiene un bajo punto de fusión y una baja presión de vapor.

15 La Figura 1 muestra un tubo de rayos X que comprende un ánodo rotativo 2 que está asegurado junto con un rotor 3, por medio de una tuerca 4, sobre un árbol 5 que está apoyado para que pueda girar en un alojamiento 6 hermético al vacío por medio de dos cojinetes 7 y 8. El cojinete 7 consiste en una parte esférica 9 que está 20 rígidamente conectada al árbol 5 y está acomodada en un miembro de soporte esféricamente ahuecado 10. Las caras dispuestas una frente a otra de la parte esférica 9 y el miembro de soporte 10 forman superficies de cojinete del cojinete 7 y encierran un intersticio de cojinete 11. El 25 intersticio de cojinete 11 está lleno de una aleación de Ga que sirve de lubricante y que humedece molecularmente las superficies de cojinete de la parte esférica 9 y del miembro de soporte 10, que están hechas de Mo, de modo que la parte esférica 9 y el miembro de soporte 10 están 30 completamente separados uno de otro en la condición de

cargado del cojinete 7. La parte esférica 9 está provista de un diseño de ranuras 12 que obliga al lubricante a ir en la dirección de la esfera más alejada del cojinete 8 al producirse la rotación del árbol 5. La parte esférica 9 está provista además de un segundo diseño de ranuras 13 cuyas ranuras se extienden en sentidos opuestos desde las del diseño de ranuras 12 y obligan así al lubricante a ir en la otra dirección. Como resultado de estos diseños de ranuras 12, 13, el cojinete 7 tiene, además de una elevada capacidad de carga adicional en las direcciones radial y axial, una elevada estabilidad dinámica al girar el árbol 5. El miembro de soporte 10 está montado en un miembro estructural cilíndrico 14 que está montado por medio de una conexión 15 hermética al vacío en un entrante 16 de forma de cubeta practicado en el alojamiento 6. El miembro estructural 14 lleva una espiga de contacto 17 para aplicar la corriente del tubo y para disipar parte del calor desarrollado en el ánodo 2 durante el funcionamiento del tubo de rayos X 1.

El cojinete 8 consiste en una parte cónica 18 que está rígidamente conectada al árbol 5 y está dispuesta en un miembro de soporte cónicamente ahuecado 19. Las caras opuestas de la parte cónica 18 y del miembro de soporte 19 forman la superficie de apoyo del cojinete 8 y encierran un intersticio de cojinete 20. El intersticio de cojinete 20 está lleno de una aleación de Ga que sirve de lubricante y que humedece molecularmente las superficies de cojinete de las partes cónicas 18 y del miembro de soporte 19, que están hechas de Mo, de modo que estas superficies quedan completamente separadas una de otra en la

condición de cargado del cojinete. La parte cónica 18 está provista de dos diseños de ranuras 21 y 22 (similares a los de la parte esférica 9) que obligan al lubricante a entrar en el intersticio de cojinete 20 en direcciones opuestas. Como resultado, el cojinete 8 tiene, además de una capacidad de carga incrementada en las direcciones radial y axial, una elevada estabilidad dinámica. El miembro de soporte 19 está montado elásticamente en un miembro cilíndrico 23, es decir, en la dirección axial por medio de un muelle de copa 24 y en la dirección radial por medio de tres bolas de acero 25 (véase también la Figura 2) y un miembro de muelle 26. Las bolas 25 están situadas en taladros cilíndricos 27 del miembro estructural 23 y están presionadas por unas lengüetas elásticas 28 que están aseguradas al miembro de muelle 26, contra el miembro de soporte 19 en la dirección radial. La elasticidad axial obtenida por medio del muelle de copa 24 sirve para absorber variaciones de longitud del árbol 5 debido a temperaturas fluctuantes en el tubo. La elasticidad radial, obtenida por medio del miembro elástico 26, asegura que, en caso de desequilibrio del ánodo rotativo 2, el árbol 3 pueda realizar un movimiento de precesión a través de una superficie cónica cuyo vértice está situado en el centro matemático 29 de la parte esférica 9 del cojinete 7, con el fin de impedir que actúen fuerzas adicionales sobre los cojinetes. El miembro estructural 23 está montado por medio de una conexión 30 hermética al vacío en un entrante 31 de forma de cubeta practicado en el alojamiento 6.

30

Un cátodo 32 (representado esquemáticamente)

está conectado eléctricamente a dos espigas de contacto 33 y 34 situadas en un miembro estructural 35 que está asegurado por medio de una conexión 36 hermética al vacío en un entrante 37 de forma de cubeta practicado en el alojamiento 6. La tensión del filamento del cátodo se aplica entre las espigas de contacto 33 y 34, mientras que la corriente del tubo se descarga a través de una de estas espigas. La radiación X generada puede salir del tubo 1 a través de una ventanilla 38.

Aleaciones de Ga adecuadas para uso como lubricantes en los intersticios de cojinetes 11 y 20 son, por ejemplo, las dos composiciones eutécticas binarias 76 Ga - 24 In y 92 G - 8 Sn, las cuales funden a 16,5°C y 20,0°C, respectivamente (expresándose las composiciones en porcentaje en peso). Es también adecuada en este aspecto la composición eutéctica ternaria 62 Ga - 25 In - 13 Sn, la cual funde a 5°C.

La Figura 3a muestra una interfaz entre un metal 41 y una aleación de Ga 42. El metal 41 es mojado molecularmente por la aleación de Ga 42, análogamente a como ocurre en un tubo de rayos X de acuerdo con el invento. Existe una interacción directa entre átomos de metal y átomos de la aleación de Ga. Preferiblemente, el metal 41 es uno de los metales W, Mo, Ta o Nb, ya que estos metales no son atacados por la aleación de Ga o solo lo son en un grado limitado. Metales tales como Cu, latón, Fe, acero inoxidable y Ni son fuertemente atacados. Por consiguiente, los componentes hechos de estos metales se "hinchan" cuando son mojados molecularmente por una aleación de Ga.

Las Figuras 3b, 3c y 3d muestran interfaces

entre un metal 41 y una aleación de Ga 42 sin humedecimiento molecular, debido a que una capa de óxido está presente entre estas dos capas. El humedecimiento de este tipo no es adecuado para uso en un cojinete de manguito en un tubo de rayos X de acuerdo con el invento, dado que en el estado estacionario y también durante la rotación del tubo la aleación de Ga es obligada a salir de los cojinetes. Las superficies del cojinete se ponen entonces mecánicamente en contacto una con otra, de modo que se origina un desgaste sustancial durante el funcionamiento y las superficies de los cojinetes están expuestas incluso a fundirse, con lo que se agarrotan los cojinetes.

La Figura 3b muestra una interfaz entre un metal 41, cubierto por una capa de óxido metálico 43, y una aleación de Ga 42 que está separada de la capa 43 por una capa de aleación de Ga oxidada 44.

La aleación de Ga 42 no está en contacto directo con el metal 41. El humedecimiento es mediocre, y las capas se "adhieren" una a otra, lo que se pone de manifiesto por el ensayo siguiente. Un árbol anodizado Al, que tiene un diámetro de 20 mm, presenta la configuración de interfaz mostrada en la Figura 3b después de humedecimiento con una aleación de Ga. Por medio de un anillo que tiene un diámetro interior que es 10  $\mu$ m mayor que el diámetro del árbol, la aleación de Gaes desprendida del árbol. Tiene lugar un humedecimiento mediocre similar sobre superficies de materiales oxídicos, tales como cuarzo o vidrio.

La Figura 3c muestra una interfaz entre un metal 41 y una aleación de Ga 42 que está separada de la

capa 41 por una capa de aleación de Ga oxidada 44. La aleación de Ga 42 no está en contacto directo con el metal 41. El humedecimiento es mediocre y comparable al que resulta para la configuración de interfaz mostrada en la Figura 3b.

La Figura 3d muestra una interfaz entre un metal 41, cubierto con una capa de óxido metálico 43, y una aleación de Ga 42. En este caso, no ocurre humedecimiento en absoluto. Lo mismo es aplicable con un material oxidico, tal como vidrio o cuarzo. Una varilla de vidrio no es mojada por una aleación de Ga exenta de óxido.

La única de las configuraciones de interfaz mostradas en las Figuras 3a a 3d que es adecuada para usarse en el cojinete de un tubo de rayos X de acuerdo con el invento, es la que se muestra en la Figura 3a, la cual puede obtenerse calentando la superficie de metal 41 y la aleación de Ga 42 por separado en una atmósfera reductora, por ejemplo en hidrógeno, durante algún tiempo, a una temperatura de 800°C. Se reducen entonces cualesquiera óxidos que estén presentes. Cuando la superficie metálica y la aleación de Ga se ponen subsiguientemente en contacto una con otra en la misma atmósfera reductora, posiblemente a una temperatura más baja, la superficie metálica es humedecida muy bien y la interfaz presenta la configuración que se muestra en la Figura 3a.

Alternativamente, la superficie metálica 41 puede calentarse a 800°C durante algún tiempo en una atmósfera reductora, por ejemplo hidrógeno, después de lo cual se cubre en la misma atmósfera reductora, posiblemente a una presión sustancialmente reducida, con una ca-

pa de Au de aproximadamente 1  $\mu$ m de espesor. Debido a que el Au no se oxida en el aire, la superficie metálica puede ser sumergida en una aleación de Ga fundida en aire a una temperatura sustancialmente más baja. Si está presente una capa de óxido sobre la aleación de Ga, esta capa puede eliminarse simplemente antes de la inmersión, por ejemplo, por medio de una espátula, con el resultado de que la capa de Au queda cubierta por una capa exenta de óxido de aleación de Ga. La capa de Au forma una aleación de Ga-Au líquida con Ga, de modo que el Au se disuelve efectivamente en la aleación de Ga depositada por la inmersión. Así, se forma un contacto directo muy bueno entre la superficie metálica y la aleación de Ga. La aleación de Ga-Au representa una contaminación en la aleación de Ga, pero esta contaminación es solo pequeña debido a que la capa de Au dispuesta sobre la superficie metálica es muy delgada.

Ha de hacerse notar que en el método anteriormente descrito para aplicar una aleación de galio a las superficies de los cojinetes pueden utilizarse otras capas exteriores de cierre hermético de metales o aleaciones de metales que no se oxiden en el aire o que solo se oxiden lentamente.

25

30

## REIVINDICACIONES

Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente de Invención en España, por VEINTE años, son los que se recogen en las reivindicaciones siguientes:

5  
10  
15  
20  
25  
30

1ª.- Un tubo de rayos X de ánodo rotativo, que comprende un ánodo rotativo que está soportado en un alojamiento hermético al vacío por medio de al menos un cojinete lubricado por metal, caracterizado porque el cojinete es un cojinete de manguito en el que al menos superficies de cojinete metálicas cooperantes no son sustancialmente atacadas por Ga o una aleación de Ga que sirve de lubricante en dicho cojinete de manguito, teniendo la aleación de Ga un punto de fusión inferior a 250°C y estando en contacto de humedecimiento molecular con las superficies del cojinete.

2ª.- Un tubo de rayos X de ánodo rotativo según la reivindicación 1ª, caracterizado porque las superficies de cojinete mutuamente cooperantes consisten sustancialmente en W o Mo o en una aleación de W y Mo.

3ª.- Un tubo de rayos X de ánodo rotativo según la reivindicación 1ª o la reivindicación 2ª, caracterizado porque al menos una de las superficies de cojinete mutuamente cooperantes del cojinete de manguito está provista de ranuras helicoidales.

4ª.- Un tubo de rayos X de ánodo rotativo según la reivindicación 3ª, caracterizado porque, visto en la dirección del eje de rotación del cojinete, las ranuras helicoidales están dispuestas en dos grupos que obligan ambos a la aleación de Ga a entrar en el cojinete durante el

funcionamiento.

5ª.- Un tubo de rayos X de ánodo rotativo.

Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan, y con los fines que se han especificado.

Esta Memoria consta de doce hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 07.DIC.1978

P.A.

Oscar de Elzaburu  
Por Poder



10

15

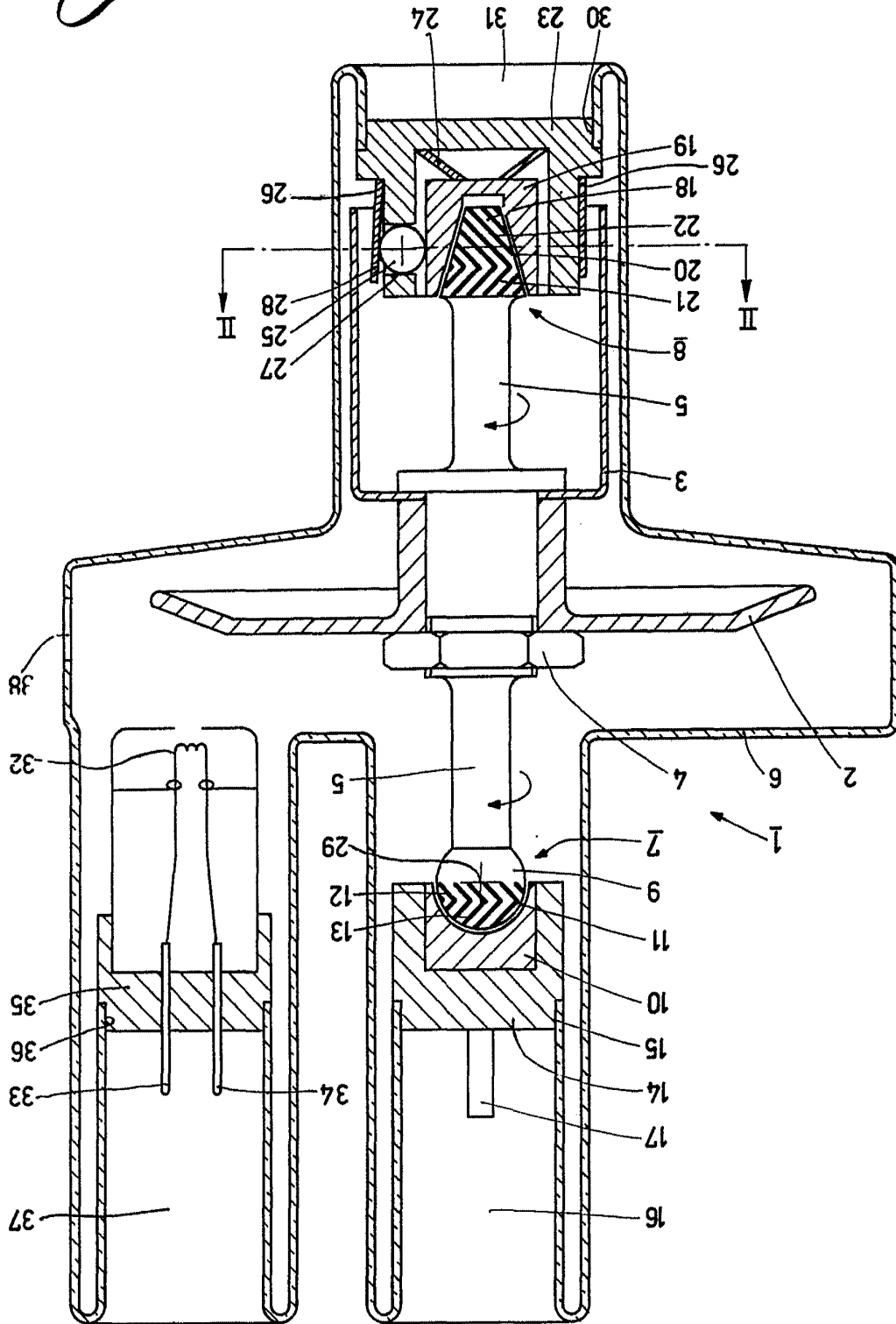
20

25

30

OSCAR S. ELSTNER  
 Pat. Adv.  
 1-II-PHM8982

Fig. 1



1/2

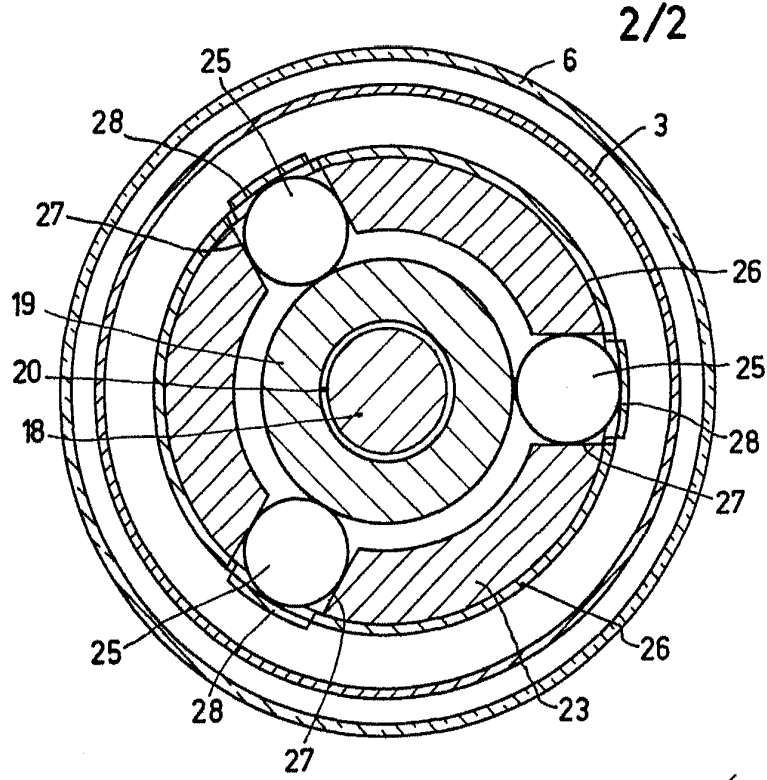
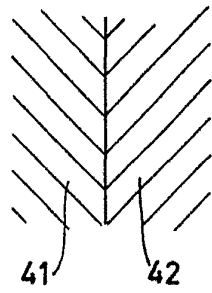
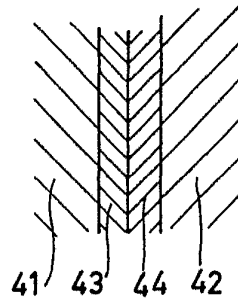


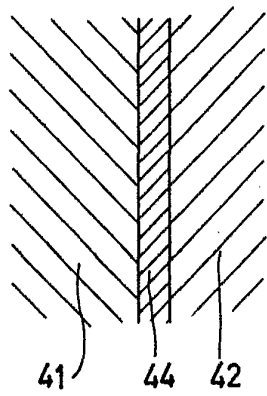
Fig. 2



3a

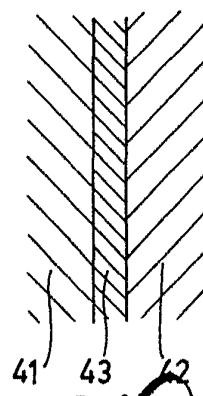


3b



3c

Fig. 3



3d

Oscar de Elsburn  
Pat. No. 1,119,000  
2 - II - PHN 8982