

P. 38.657.-

B 2348/3 AT

354743

9 JUL. 1968

G 21 F 5/00



Memoria descriptiva

9 JUL. 1968

para solicitar PATENTE DE INVENCION por 20 años

a nombre de COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE

entidad / ~~de nacionalidad~~ francesa

con domicilio en 29, rue de la Fédération, Paris, Francia

por: "UN DISPOSITIVO DE RECIPIENTE DE ALMACENAJE Y DE MANIPULACION DE UN CONJUNTO COMBUSTIBLE" (Clase Internacional G21c)

26.6.68

- 1 -



9

El presente invento de Giuliano Grassi tiene por objeto un recipiente de almacenaje y de transporte o manipulación de conjuntos combustibles utilizable especialmente en un reactor nuclear refrigerado por un metal líquido.

5 Para descargar conjuntos combustibles irradiados fuera de un reactor de este tipo, se utilizan, de manera clásica, recipientes de almacenaje y de manipulación o transporte llenos de metal líquido, especialmente de sodio. Los conjuntos combustibles son sumergidos en este metal líquido en el curso de su transferencia, y el calor residual que producen es evacuado por conductibilidad térmica a través del metal líquido hasta las paredes del recipiente de manipulación, y desde allí por radiación térmica, conductibilidad y convección natural, al exterior del recipiente.

10

15

La refrigeración de los ensamblajes así asegurada es generalmente suficiente cuando el recipiente de manipulación se sumerge en el metal líquido del reactor, o cuando se encuentra en una campana de manipulación en el exterior del reactor. Pero en el curso de la transferencia, entre el reactor y esta campana, el recipiente puede permanecer bloqueado en posiciones desfavorables. Tal es el caso, especialmente, si el recipiente es retenido, en el interior del reactor, precisamente encima del nivel del metal líquido en este último, es decir, en la atmósfera de gas neutro que se encuentra encima del metal líquido. En efecto, la resistencia axial del recipiente de manipulación al flujo de calor es importante, y en estas posiciones desfavorables las paredes del recipiente de manipulación no participan más que parcialmente en la evacuación del ca

20

25

30



lor de desactivación de los conjuntos por radiación y convección natural.

Un objetivo esencial del invento es permitir, incluso en caso de avería de las máquinas de manipulación que bloquean el recipiente que contiene conjuntos irradiados en una posición desfavorable, evacuar el calor de desactivación de los conjuntos sin que éstos puedan alcanzar temperaturas peligrosas para su funda, por ejemplo. Otro objetivo es permitir conservar un conjunto irradiado, en su recipiente de almacenaje y de manipulación, en una zona de almacenaje provisional en el interior del reactor, pero en la atmósfera del gas neutro y no en la masa de metal líquido, hasta que la desactivación sea suficiente para permitir la transferencia hacia la piscina de almacenaje exterior al reactor.

Con esta finalidad, el invento permite, gracias a una circulación del metal líquido contenido en el recipiente a través de los conjuntos, facilitar la transferencia de calor a las paredes del recipiente y reducir las diferencias de temperatura en éste, haciendo participar, pues, de manera más eficaz, toda la superficie del recipiente en la radiación y en la convección natural que aseguran la evacuación del calor.

Permite asegurar esta circulación de manera independiente y sin recurrir a ninguna fuente de energía exterior, gracias a una bomba electromagnética en la cual una corriente eléctrica es creada en el metal líquido por la diferencia de temperatura entre este metal líquido y un radiador exterior a las paredes del recipiente, diferencia de temperatura debida al calor de desactivación den ensam-



blaje combustible.

Naturalmente, la misma solución sería utilizable con cualquier fluido de refrigeración distinto de un metal líquido, siempre que sea conductor de la electricidad.

5 Un recipiente de almacenaje y de manipulación de conjunto combustible según el invento, utilizable especialmente en un reactor nuclear refrigerado por un metal líquido, incluye por lo menos una conducción de circulación de un fluido de refrigeración del conjunto conductor de la electricidad, medios para crear en dicha conducción un campo magnético transversal, dos uniones de materiales termoeléctricos, en contacto térmico, una con el fluido, y la otra con un radiador exterior a las paredes del recipiente, estando el circuito eléctrico entre dichas uniones cerrado por el fluido en dicha conducción, según una dirección transversal, perpendicular a dicho campo magnético.

10 En funcionamiento, a consecuencia del calor de desactivación del conjunto combustible, las dos uniones termoeléctricas se encuentran mantenidas a temperaturas diferentes, lo que da origen a una corriente eléctrica que, en conjunción con el campo magnético, provoca la circulación del fluido de refrigeración. En otros términos, el recipiente según el invento incluye una bomba electromagnética con generador termoeléctrico incorporado, para hacer circular el fluido de refrigeración (metal líquido especialmente) alrededor o a través del conjunto y contra las paredes del recipiente. Se utiliza así, para asegurar la circulación de este fluido, la energía térmica normalmente perdida que constituye el calor de desactivación de elementos combustibles irradiados; el mal rendimiento del generador termoeléctrico

9 JUL



no puede constituir obstáculo entonces a la rentabilidad de explotación de la bomba.

Se describen a continuación, a título de ejemplos, modo de realización particulares de un recipiente de almacenaje y de manipulación de conjunto combustible irradiado según el invento.

Naturalmente, esta descripción no puede tener ningún carácter limitativo respecto al invento. Se refiere a las figuras 1 a 6, en las cuales:

- La figura 1 representa una bomba electromagnética con generador termoeléctrico incorporado que equipa el recipiente según el invento;

- la figura 2 representa una variante de la bomba de la figura 1,

- la figura 3 es una vista esquemática en corte longitudinal parcial, de un recipiente de almacenaje y de manipulación de conjunto combustible según el invento,

- la figura 4 representa, a mayor escala, la parte inferior del recipiente de la figura 3 y muestra, en particular, las bombas de circulación del metal líquido,

- la figura 5 es un corte transversal del recipiente de manipulación al nivel de las bombas,

- la figura 6 representa una variante del recipiente de la figura 4.

La bomba de la figura 1, utilizada en particular para asegurar la circulación de un metal líquido tal como el sodio, es una bomba electromagnética de conducción, en la cual la corriente es producida por un generador termoeléctrico incorporado a la bomba.

Esta bomba incluye:

26.6.68



9

- Una conducción 1 de sección rectangular, en la cual circula el metal líquido,

- dos jambas o ramas 2 y 3 fabricadas de materiales que presentan potencias termoeléctricas muy diferentes,

5 por ejemplo, una de hierro y la otra de constantano,

- un radiador 4, constituido en el caso particular descrito por una camisa de acero inoxidable llena de sodio líquido,

10 - imanes permanentes 5 y 6, a uno y otro lado de la conducción 1, que crean un campo magnético transversal en esta conducción.

La bomba descrita incluye dos uniones termoeléctricas, de las cuales una está en contacto térmico con el metal líquido que circula en la conducción 1, y la otra
15 está en contacto con el radiador 4 que, por cambio térmico con la atmósfera exterior, permite mantenerla a una temperatura diferente de la del metal líquido. En la realización particular de la figura 1, cada una de las jambas 2 y 3 está soldada, por una parte, sobre las paredes de la
20 conducción 1 (está, pues, en contacto térmico y eléctrico con el sodio que circula allí), y, por otra parte, sobre las paredes del radiador 4. Placas en forma de deflector 8 constituyen una pantalla térmica entre la conducción 1 y el radiador 4.

25 Cuando el radiador 4 está mantenido, por ejemplo por refrigeración, a una temperatura diferente de la del metal líquido presente en la conducción 1, los extremos de las jambas 2 y 3 se encuentran a temperaturas diferentes, y se origina una corriente eléctrica en el circuito
30 eléctrico cerrado, por una parte, por el sodio contenido



en la conducción 1 y, por otra parte, por el radiador 4. La presencia de sodio líquido en este último permite reducir la resistencia eléctrica del circuito y, además, facilitar el cambio de calor con el exterior al nivel del radiador.

5 La disposición relativa de los imanes 5 y 6 y de las jambas 2 y 3 de materiales termoeléctricos, se elige de manera que la corriente eléctrica pase por la conducción 1 en una dirección perpendicular a la del campo magnético creado. La acción conjugada de la corriente y del campo magnético asegura entonces la circulación del metal líquido. Las paredes de la conducción rectangular 1, sobre las caras situadas contra los imanes, presentan una resistencia eléctrica elevada, de modo que el paso de la corriente a través del metal líquido sea favorecido. Estas recubiertas, por ejemplo, de una capa cerámica aislante.

10 La bomba descrita más arriba incluye numerosas variantes que entran todas dentro del marco del invento. Así, conforme a una de las variantes, las jambas 2 y 3 pueden estar soldadas una a otra en un extremo, estando la soldadura en contacto térmico con el radiador. Por lo demás, este último puede estar sustituido por cualquier otro medio para mantener este extremo de las jambas a una temperatura diferente de la del metal líquido en la conducción de circulación.

20 La figura 2 ilustra otra variante de esta bomba en la cual el sodio puesto en circulación constituye uno de los materiales termoeléctricos. El otro material termoeléctrico, constituido, por ejemplo, de constantano, se presenta en forma de un marco 10 que rodea o que delimita la



conducción 1 de circulación del metal líquido. Un revestimiento cerámico asegura el aislamiento eléctrico entre el marco 10 y el metal líquido sobre dos caras opuestas de la conducción.

5 Por el contrario, en las dos caras extremas, el material termoeléctrico está en contacto térmico y eléctrico con el metal líquido. Una de estas caras, 11, constituye la unión caliente del par termoeléctrico. En la proximidad de la otra cara 15, que constituye la unión fría, unos deflectores 12 constituyen obstáculo a la circulación del
10 metal líquido. El metal líquido estático es entonces refrigerado a través del marco 10 por el radiador 4.

Se describirá ahora un recipiente de manipulación para conjunto combustible que utiliza bombas conforme al
15 modo de realización descrito mas arriba, con referencia a la figura 1, entendiéndose bien que el mismo recipiente podría estar equipado de igual manera por bombas conforme a los otros modos de realización.

Este recipiente de manipulación está representado en
20 las figuras 3, 4 y 5. Es cilíndrico y contiene, según su eje, una célula 14 de recepción de un conjunto combustible. Esta célula forma con las paredes 16 del recipiente un espacio anular 17 que comunica con el interior de la célula en cabeza del conjunto.

25 Al pie de este recipiente de manipulación estan adaptadas cuatro bombas hidromagnéticas con generador termoeléctrico incorporado 18. Estas cuatro bombas (figura 5) rodean una prolongación axial 20 de la célula 14 y sus conducciones respectivas, tales como 22, aseguran la comunicación
30 entre la célula 14 y el espacio anular 17.



En funcionamiento, el recipiente de manipulación está lleno de metal líquido y las bombas provocan la circulación de este metal líquido entre la cámara anular 1.7 y el interior del conjunto 15. El metal líquido asegura entonces la transferencia de calor entre el conjunto y las paredes del recipiente.

Cuando un conjunto irradiado es extraído del núcleo de un reactor y colocado en el recipiente de manipulación para ser transferido al exterior del reactor, el calor de desactivación desprendido por el conjunto provoca un calentamiento del metal líquido con relación al medio exterior. Un flujo de calor se establece entonces entre la conducción de metal líquido 22 y el radiador de cada bomba. Una corriente eléctrica se origina en el circuito cerrado por el sodio contenido en estas conducciones 22 y bajo la acción del campo magnético creado por los imanes permanentes, provoca la circulación del metal líquido.

El calor desprendido por el conjunto irradiado es transferido así por el metal líquido a las paredes del recipiente de manipulación desde donde es evacuado por cambio térmico con la atmósfera circundante. La mayor parte de este calor es evacuado por las paredes del recipiente, y solo una pequeña fracción es expulsada a la atmósfera por los radiadores asociados a las bombas de circulación.

El recipiente de manipulación descrito permite, pues, facilitar la refrigeración de un conjunto irradiado, utilizando, como fuente de energía, una parte del calor de desactivación mismo del conjunto irradiado. El conjunto es autónomo, compacto y poco costoso. Presenta una gran seguridad de funcionamiento, por que no incluye ninguna parte mecánica en movimiento. Además, posee características de auto-



control de la temperatura del metal líquido en el cual está sumergido el conjunto irradiado, puesto que el funcionamiento de las bombas está regido por la temperatura del metal líquido en circulación.

5 La eficacia de refrigeración así asegurada permite evitar cualquier accidente debido a una elevación de temperatura anormal, cuando en el curso de una transferencia el recipiente de manipulación permanece bloqueado en una posición en que la refrigeración de sus paredes es poco
10 eficaz. Además, antes de descargar los conjuntos irradiados al exterior del reactor, los recipientes de manipulación pueden ser depositados temporalmente en la atmósfera de gas inerte del reactor, y no ya necesariamente en el metal líquido, hasta alcanzar una disminución suficiente
15 del calor de desactivación. Siendo la circulación del metal líquido de refrigeración en el recipiente de almacenaje independiente de la de la masa de metal líquido que asegura la refrigeración del núcleo del reactor en funcionamiento, no se corre el riesgo de contaminar éste cuando,
20 por ejemplo, la funda del conjunto evacuado ha sido dañada,

A título de ejemplo, una potencia de bombeo de 0,134 wattios puede ser asegurada por medio de cuatro bombas que presentan las características siguientes:

- 25
- Caudal de Na para cada bomba: 57 g/seg
 - Dimensiones de la sección de bombeo: 0,5 cm x 4,5 cm,
 - Altura de la bomba: 11,2 cm
 - Superficie del radiador: 132 cm²
 - Distancia entre las soldaduras calientes y frías:
5 cm
- 30



- Intensidad del campo magnético: 550 gauss
- Materiales del par termocléctrico: hierro-constantano
- Grosor de constantano: 2 cm
- Grosor de hierro: 1,05 cm
- Diámetro de espacio que ocupan las cuatro bombas: 20 cm
- Altura: 10 cm.

Se obtiene para cada bomba-generador una potencia útil de 0,03475 vatios con un rendimiento de 0,021%.

Una variante del recipiente de manipulación descrito más arriba se ilustra en la figura 6. En esta variante, las bombas de circulación del metal líquido están dispuestas en la parte central del recipiente y están revestidas de una capa de aislante eléctrico con objeto de permitir su funcionamiento cuando el recipiente está sumergido en el metal líquido contenido en la cuba de un reactor.

Esta solicitud que corresponde a la presentada en Francia el 7 de Junio de 1967, bajo el Núm. PV 109517, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

- N O T A -

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



12.- Un dispositivo de recipiente de almacenaje y de manipulación de un conjunto combustible que incluye, para hacer circular en dicho recipiente un fluido de refrigeración de dicho conjunto, conductor de la electricidad, por lo menos una bomba electromagnética en la cual es creada una corriente eléctrica en el fluido por la diferencia de temperatura entre dicho fluido y un radiador exterior.

22.- Un dispositivo de recipiente de almacenaje y de manipulación de un conjunto combustible, que incluye por lo menos una conducción de circulación de un fluido de refrigeración de conjunto conductor de la electricidad, medios de circulación para crear en dicha conducción un campo magnético transversal, dos uniones de materiales termoeléctricos, en contacto térmico, una con dicho fluido y la otra con un radiador exterior a las paredes del recipiente, estando cerrado el circuito eléctrico entre dichas uniones por dicho fluido en dicha conducción según una dirección transversal perpendicular a dicho campo magnético.

32.- Un dispositivo de recipiente según la reivindicación 2, en el cual el radiador incluye el metal líquido estático en una envolvente conductora.

42.- Un dispositivo de recipiente según las reivindicaciones 2 ó 3, en el cual dicho medio de circulación incluye dos jambas de materiales que presentan potencias termoeléctricas diferentes, soldadas cada una por un extremo a dicha conducción y por el otro extremo a dicho radiador.

52.- Un dispositivo de recipiente según una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 4, en el cual una pantalla térmica está dispuesta entre la conducción y el radiador.



6º.- Un dispositivo de recipiente según una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 5, en el cual dichas uniones están formadas por dos materiales conductores de potencias termoeléctricas diferentes, de los cuales uno está constituido por el metal líquido en dicha conducción.

7º.- Un dispositivo de recipiente de almacenaje y de manipulación de un ensamblaje combustible según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el cual dicho fluido de refrigeración es un metal líquido.

8º.- Un dispositivo de recipiente de almacenaje y de manipulación de un conjunto combustible.

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 trece hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 9 JUL 1968

P.A.

Alonso de Elcano
P. A. P. A.

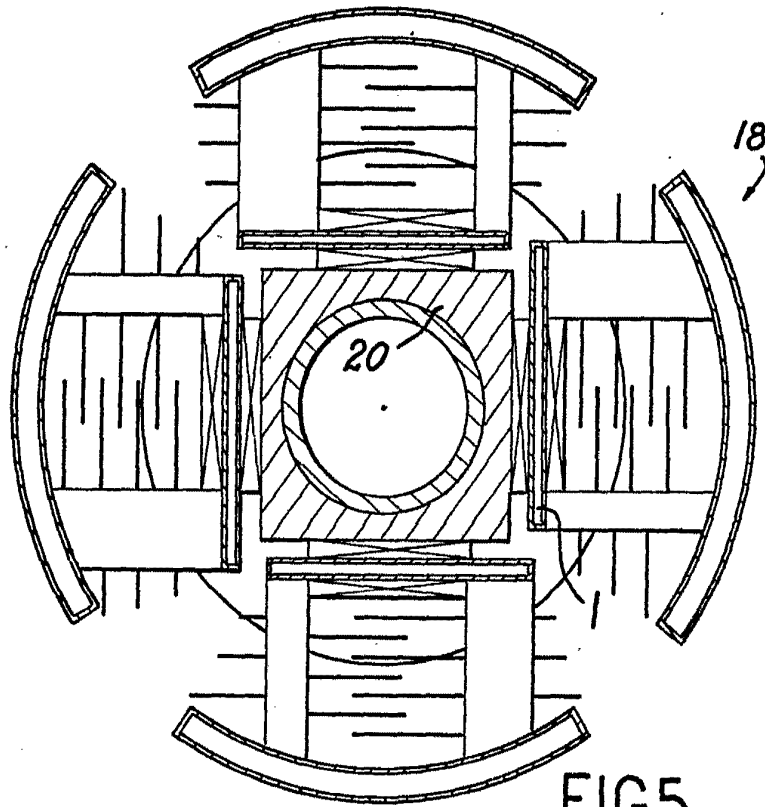


FIG.5

FIG.1

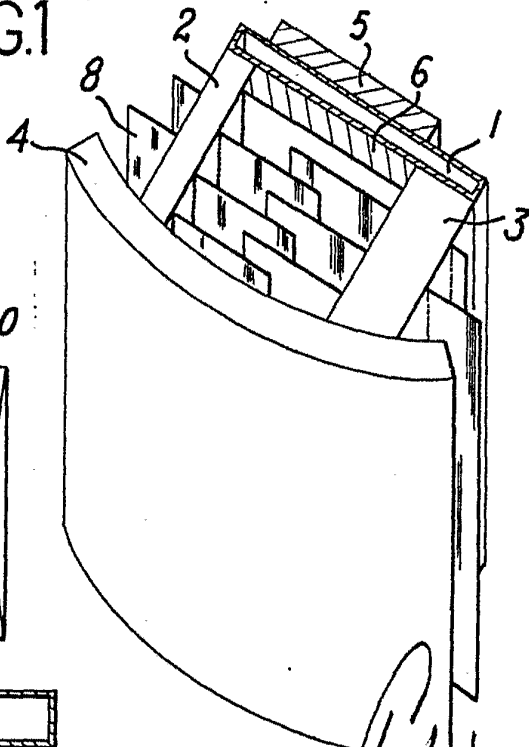
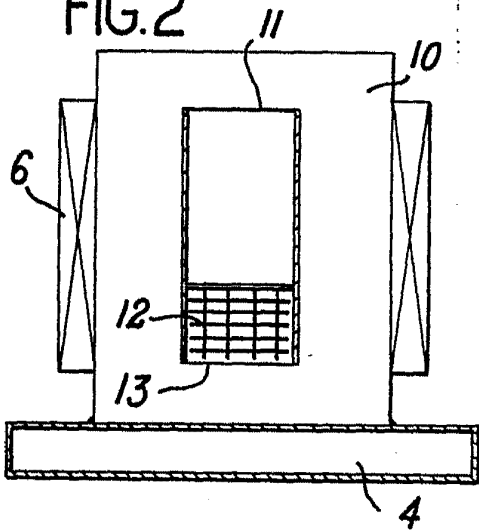


FIG.2



Albert G. ...
Patent Attorney

Handwritten signature

FIG. 3

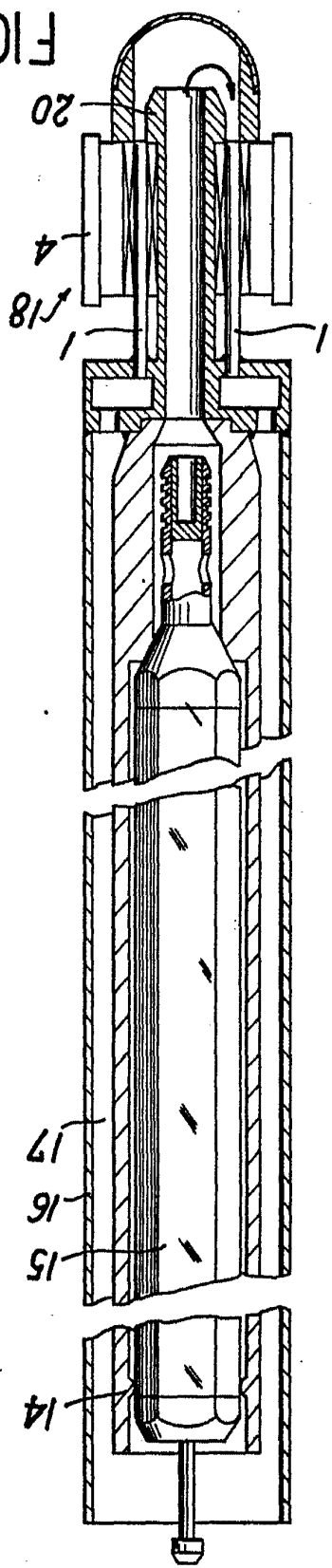
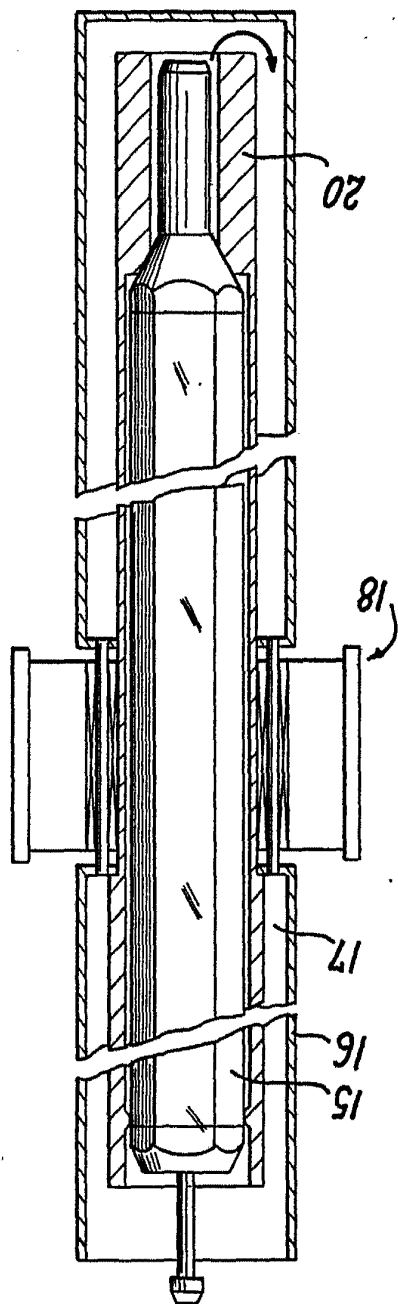


FIG. 6



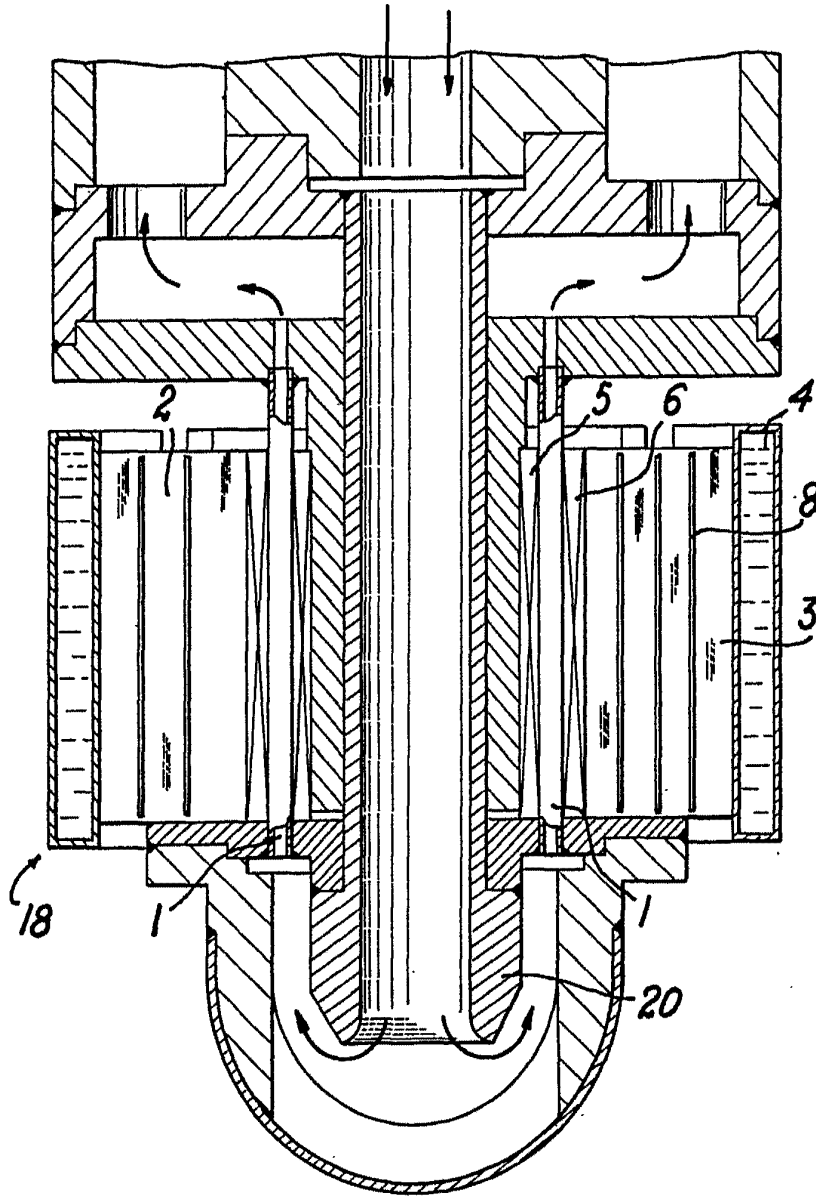


FIG. 4

Albert
Albert