



ESPAÑA

19 ES	11 21	NUMERO 483.459/3.	10 A1
	22	FECHA DE PRESENTACION 17.8.79	

**PATENTE DE INVENCION**

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

30 PRIORIDADES:	32 FECHA	33 PAIS
31 NUMERO		
950,633	12.10.1978	Estados Unidos
4,629	19.1.1.979	" "
15,497	26.2.1.979	" "

47 FECHA DE PUBLICIDAD	61 CLASIFICACION INTERNACIONAL	62 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	F16L 59/02; C04B 35/10	

64 TITULO DE LA INVENCION
UN DISPOSITIVO REFRACTARIO DE FIBRA CERAMICA PARA AISLAR UN TUBO DENTRO DE UN MEDIO AMBIENTE DE ELEVADA TEMPERATURA.

71 SOLICITANTE (ES)
FRANK CAMPBELL, LR.

DOMICILIO DEL SOLICITANTE
2274 Broadlawn Drive, Houston, Texas 77058 - ESTADOS UNIDOS.-

72 INVENTOR (ES)
El solicitante, de nacionalidad estadounidense.

73 TITULAR (ES)
El mismo solicitante.

74 REPRESENTANTE
D. BERNARDO UNGRIA GOIBURU.

1.

### RESUMEN

Un refractario resistente al choque, termorresistente, de poco peso para cubrir un tubo de agua en un medio ambiente de alta temperatura. La pieza refractaria es un cilindro parcial que incluye un segmento de cuerpo, dos protuberancias a cada lado del segmento de cuerpo y separadas del mismo por rebajes correspondientes y que terminan en un vacío entre las dos protuberancias. Dos segmentos idénticos, cuando se alinean axialmente en yuxtaposición, ajustan alrededor de un tubo de tal manera que el segmento de cuerpo de cada pieza refractaria se reciba íntimamente por el vacío correspondiente de la pieza refractaria opuesta y el par de protuberancias de una pieza se reciba estrechamente y se enclave con el par correspondiente de rebajes en la pieza opuesta para formar una cubierta refractaria sustancialmente cilíndrica alrededor del tubo. La pieza no requiere medios adicionales para soportarse alrededor del tubo.

5

10

15

### REFERENCIAS

La presente solicitud es una continuación parcial de la solicitud de patente estadounidense en tramitación número de serie 950.633, titulada "Refractario laminado de enclavamiento para cubrir un tubo y método de fabricación" presentada el 12 de octubre de 1978, por Frank Campbell, Jr., y de la solicitud de patente estadounidense en tramitación número 4.629, que es también una continuación parcial, titulada "Refractario laminado de enclavamiento para cubrir un tubo y método de fabricación" presentada el 19 de enero de 1979, por Frank Campbell, Jr.

20

25

### ANTECEDENTES DE LA INVENCION

30

En los hornos usados en las industrias metalúrgicas

1 y afines para calentar desbastes, palanquillas, tochos u  
otros perfiles de acero en bruto, un horno típico incluye  
una red compleja de tubos verticales y horizontales refri-  
gerados por agua que soportan una red adicional de railes  
5 de deslizamiento horizontales refrigerados por agua a lo  
largo de los cuales son empujados o avanzan por el horno los  
desbastes, palanquillas, tochos, u otros perfiles de acero  
en bruto. El horno metalúrgico es un sistema abierto, es  
decir, el calor transferido a la red de tubos metálicos se  
10 conduce por el agua que fluye en los tubos a un punto situado  
fuera del horno y no puede recuperarse. En consecuencia,  
se pierden grandes cantidades de calor y consiguientemente  
se gastan cantidades innecesarias de energía para sustituir  
la pérdida de calor como consecuencia de la transferencia de  
15 calor a la red de tubos refrigerados por agua. Por ejemplo,  
el 30 o 35 por ciento del calor total suministrado al horno  
metalúrgico por la combustión de combustibles se pierde en  
una infraestructura de tubos de deslizamiento no aislados  
y la red de tubos de soporte. Para un tubo refrigerado por  
20 agua no aislado de 4,5 pulgadas (114,3 mm) de diámetro exte-  
rior de un horno que funciona a 2400-2500°F (1315,6-1371,1°C)  
la pérdida de calor es aproximadamente 115.000-120.000  
Btu por pie lineal por hora (8.050-8.400 cal/seg). En un  
horno que tenga 200 pies (60,96 m) de tubos de desliza-  
25 miento, 200 pies (60,96 m) de tubos de soporte horizontales y  
200 pies (60,96 m) de tubos de soporte verticales, la pérdida  
de calor es aproximadamente 600 x 117.500 Btu/hora o  
70.500.000 Btu/hora (4.934.295 cal/seg). Por consiguiente,  
cuanto más efectivo sea el aislador o refractario alrededor  
30 de la red de tubos, tanto más eficiente y económico será el

1 funcionamiento del horno.

Hasta hoy se han utilizado varios tipos de materiales refractarios para reducir la cantidad de pérdida de calor del horno por la infraestructura de tubos refrigerados por agua. Es bien conocido el uso de materiales refractarios precocidos o unidos químicamente que se sueldan, se unen con pasadores, se atan con alambre, se sujetan o fijan con cintas de fijación y enclavamiento. El uso de soldaduras, pasadores, alambre y análogos requiere grandes gastos de mano de obra y trabajo para desmontar el tubo y fijar un refractario adicional en su lugar. Además, alrededor de las superficies de los tubos se han formado incluso hormigones refractarios que se soportan por varios fijadores metálicos de diversos tipos soldados a la superficie del tubo. Casi sin excepción dichas formas de aislamiento han fallado en un periodo de funcionamiento relativamente corto debido a la friabilidad y susceptibilidad a la rotura de los materiales refractarios cerámicos pesados, quebradizos, cocidos. Mientras el cuerpo metálico avanza por el carril de deslizamiento metálico, se producen vibraciones significativas y flexiones de la infraestructura de tubos refrigerados por agua que a su vez se transmiten a los aisladores de cerámica frágiles, densos y rígidos. También se han utilizado capas de fibra cerámica de elevada temperatura en forma de anillos hendidos, módulos o simples cubiertas como medio de aislar la infraestructura de tubos. El empleo de fibras cerámicas de elevada temperatura ordinarias y de capas de fibras cerámicas como aisladores alrededor del tubo refrigerado por agua ha demostrado ser insatisfactorio por varias razones: en primer lugar, la capa de fibras cerámicas de elevada temperatura ordinarias es susceptible a la reacción

1 con la costra y escoria que se produce durante el funciona-  
miento del horno; en segundo lugar, los revestimientos ordi-  
narios de fibra cerámica son susceptibles inherentemente  
a la erosión producida por la velocidad de los gases dentro  
5 del horno; y en tercer lugar, los revestimientos de fibra  
cerámica son difíciles de unir al tubo y sufren una contrac-  
ción considerable debido a las elevadas temperaturas del horno.

Menos deseable es cubrir el revestimiento de fibra  
cerámica con un refractario rígido de ladrillo cerámico  
10 prequemado. Las roturas del refractario y la imposibilidad  
de formar un ajuste íntimo entre los segmentos del refracta-  
rio expone en realidad el revestimiento de fibra cerámica  
inferior a los efectos perjudiciales del horno citados.  
Además, el elevado peso específico del refractario de ladrillo  
15 cerámico prequemado comprime el revestimiento inferior y  
además produce agujeros en el revestimiento por el movimiento  
del ladrillo sobre el revestimiento cuando el tubo vibra y  
se dobla durante el funcionamiento del horno.

#### RESUMEN DE LA PRESENTE INVENCION

20 La presente invención se refiere a una pieza  
refractaria de enclavamiento para un tubo refrigerado por  
agua en un medio ambiente de elevada temperatura. La cubierta  
refractaria incluye en su forma comercial dos piezas refrac-  
tarias enclavadas entre sí alrededor del tubo. Cada pieza  
25 incluye además una pared cilíndrica parcial que en la presente  
solicitud se denomina segmento de cuerpo, y un par de pro-  
tuberancias que se separan angularmente del segmento de  
cuerpo por un par correspondiente de rebajes. El segmento de  
cuerpo, las protuberancias y los rebajes correspondientes  
30 de cada pieza están sustancialmente en la misma superficie

1 cilíndrica de revolución de forma que los segmentos de las  
dos piezas puedan unirse alrededor de un tubo para formar  
una pieza refractaria cilíndrica de anclavamiento que aísla  
efectivamente el tubo refrigerado por agua dentro del horno.  
5 Se ajusta una serie de piezas de enclavamiento para formar  
una unidad para aislar un tubo completo.

La pieza refractaria se hace de fibras cerámicas  
de poco peso que son muy resistentes al flujo térmico. El  
refractario de fibra cerámica pesa mucho menos y es menos  
10 quebradizo que los ladrillos cerámicos prequemados conven-  
cionales y permite que cada par de piezas de enclavamiento  
tenga mayor longitud y mayor área superficial de enclavamiento  
que las piezas cilíndricas de enclavamiento de la técnica  
anterior hechas de ladrillos cerámicos prequemados. Por  
15 consiguiente, se obtiene un ajuste más íntimo que reduce los  
efectos perjudiciales de la convección de elevada temperatura  
y la migración de escoria por las costuras del refractario  
que destruyen rápidamente la efectividad de un revestimiento  
cerámico colocado entre el tubo refrigerado por agua y la  
20 pieza refractaria. La nueva combinación de la pieza y fibras  
cerámicas de poco peso también permite aplicar las piezas  
a un tubo sin medios adicionales para sujetarlas al tubo.

Puede obtenerse un ajuste todavía más íntimo ahusan-  
do las protuberancias y los rebajes correspondientes de forma  
25 que cuanto mayor sea la fuerza por la que se unan las piezas,  
tanto más íntimo será el ajuste entre los segmentos.

La presente invención incluye una construcción de  
fibra cerámica, moldeada en vacío que puede usarse continua-  
mente en un horno de recalentamiento convencional. Por razones  
30 de economía, se usa una mezcla de fibras cerámicas que tienen

1 diferente resistencia térmica y resistencia a la escoria  
para conseguir un refractario homogéneo que sea suficiente-  
mente resistente a los gases y escorias corrosivas del horno.  
Aunque en la presente invención no es necesario un revesti-  
5 miento de fibra cerámica interior separado colocado entre  
la pieza de fibra cerámica y el tubo refrigerado por agua,  
contribuye a reducir aún más el flujo térmico desde el horno  
al tubo refrigerado por agua y a amortiguar las vibraciones  
y flexión de la red de tubos que tradicionalmente han acortado  
10 la duración efectiva de las cubiertas refractarias.

El uso de un refractario de fibra cerámica de poco  
peso reduce las fuerzas de compresión sobre el revestimiento  
interior que tradicionalmente se han originado por el peso  
masivo de los ladrillos cerámicos prequemados. La reducción  
15 de las fuerzas de compresión, que compactan y desgastan el  
revestimiento de fibra, prolonga la duración útil y la efec-  
tividad térmica del revestimiento de fibra. Además, el coe-  
2 ficiente de conductividad térmica de la fibra cerámica es  
significativamente menor que el de los ladrillos cerámicos  
precocidos usados en la actualidad. Por consiguiente, el  
20 aislador resultante es significativamente más efectivo que  
los refractarios actuales usados en los hornos metalúrgicos.

La fabricación de la pieza refractaria utiliza un  
molde perforado cuyas perforaciones comunican con una fuente  
25 de vacío. Se forma una pasta adecuada que puede mantenerse  
a temperatura ambiente. La pasta incluye una mezcla de mate-  
rial de fibra básico convencional, un aglutinador que incluye  
una sílice coloidal o alúmina coloidal, un almidón y una can-  
tidad de agua. Cuando el molde perforado de vacío se intro-  
duce en la pasta, la sílice coloidal, una porción, relativamente  
30

1 pequeña del sistema de unión del almidón y la mayor parte  
del agua salen por las perforaciones mientras que las fibras  
cerámicas tienden a formar una esterilla unida alrededor del  
molde perforado. Cuando se consigue el grosor deseado, se  
5 saca el molde perforado de la pasta. La relación exacta  
de las diversas fibras dependerá de las temperaturas del  
horno, el grosor deseado de la pieza refractaria y además es-  
tará influenciada por consideraciones económicas; es decir,  
las fibras de baja conductividad térmica, resistentes a mayo-  
res temperaturas y a la escoria son más caras que las fibras  
10 que tienen menor resistencia a la temperatura y escoria pero  
que tienen una baja conductividad térmica.

Quando se forma el refractario según el grosor  
deseado, se saca de la pasta. El molde perforado se separa  
15 de la pieza refractaria. La pieza refractaria se coloca  
preferiblemente sobre un mandril para obtener la forma del  
refractario mientras se cura en un horno y se realiza el  
maquinado y corte necesarios. Si el refractario se forma  
como un cilindro en vez de como dos piezas separadas, la  
20 pieza cilíndrica puede cortarse después para producir dos  
piezas que se enclaven. La energía requerida para curar  
el refractario de fibra cerámica formado en vacío es signi-  
ficativamente menor que la energía necesaria para curar las  
piezas de ladrillo de cerámica prequemados convencionales.  
25 La nueva pieza refractaria resultante elimina la necesidad de  
soldar pasadores metálicos al tubo para fijar el refractario  
y elimina también la necesidad de cementar o atar aisladores  
semicirculares convencionales que se usan en la actualidad  
en los tubos refrigerados por agua. Por consiguiente, se  
30 reduce considerablemente el trabajo empleado en la instalación

1 del refractario según se describe y reivindica en la presente memoria descriptiva.

Un refractario de capa única requiere menos trabajo durante la formación en vacío y por consiguiente puede ser  
5 menos caro de fabricar que un refractario laminado, aun cuando la capa interior del laminado puede formarse a partir de una fibra relativamente barata. Además, la falta de entrelazamiento de las fibras cerámicas entre las laminaciones puede formar una discontinuidad que puede producir la separación de las capas en condiciones extremas.  
10

Otra forma de fabricar la presente invención incluye un espectro continuo de materiales de fibra cerámica, formados en vacío que tienen características variables de conductividad térmica que produce un refractario de fibra que  
15 tiene mayor resistencia térmica y a la escoria en la superficie exterior que en la superficie interior. Dicha construcción puede obtenerse haciendo girar un molde cilíndrico hembra de forma que los materiales de fibra termorresistentes, más densos emigren hacia las porciones exteriores de la  
20 pieza refractaria mientras que las fibras menos termoconductoras, más ligeras permanezcan en las porciones interiores de la pieza. Igualmente puede hacerse girar un molde hembra mientras se aplica un material de baja conductividad térmica y más caro al molde mientras el contenido de material  
25 aplicado se altera para incluir una cantidad creciente de un material de fibra cerámica de mayor conductividad térmica y más barato.

Por consiguiente, un objeto de la presente invención es facilitar una pieza refractaria que puede usarse para  
30 aislar tubos refrigerados por agua en un horno metalúrgico

1 que se hace de un material de fibra cerámica de poco peso  
que tiene un bajo coeficiente general de conductividad térmica.

Otro objeto de la presente invención es facilitar  
un refractario de fibra cerámica formado en vacío, de baja  
5 densidad que se coloca alrededor de un tubo de agua sin  
usar dispositivos de fijación adicionales tales como pasadores  
metálicos soldados al tubo.

Otro objeto más de la presente invención es faci-  
litar una pieza refractaria de baja conductividad térmica que  
10 reduce sustancialmente la energía gastada en la fabricación  
del refractario así como la energía perdida por los tubos  
refrigerados por agua que forman la red de tubos del horno  
metalúrgico.

Otro objeto de la presente invención es facilitar  
15 una pieza refractaria de fibra cerámica de enclavamiento que  
reduce el trabajo requerido para instalar en el horno la  
pieza refractaria.

Otro objeto más de la presente invención es facili-  
tar un refractario de fibra cerámica que se forma fácilmente  
20 por medio de un molde perforado de vacío.

Otro objeto más de la presente invención es facili-  
tar un refractario de fibra cerámica formado en vacío, de  
enclavamiento, de baja densidad en el que se reducen signi-  
ficativamente los esfuerzos del área de enclavamiento redu-  
25 ciendo por ello el fallo del área de enclavamiento debido a  
la rotura y fatiga.

Otro objeto más de la presente invención es facili-  
tar un refractario de fibra cerámica, de baja densidad en el  
que se reducen sustancialmente las fuerzas de compresión  
30 del refractario sobre un revestimiento de fibra colocado

1       entre el tubo y el refractario.

      Estos y otros objetos y ventajas de la presente invención serán evidentes cuando se consideren a la luz de los dibujos, memoria descriptiva y reivindicaciones siguientes.

5                   BREVE DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS

      La figura 1 es una vista en perspectiva de una red típica de tubos refrigerados por agua utilizada en un horno metalúrgico.

10       La figura 2 es una vista en perspectiva de la presente invención que muestra un tubo refrigerado por agua, un revestimiento de fibra cerámica alrededor del mismo, y el enganche de enclavamiento circundante de las piezas de las unidades refractarias.

15       La figura 3 muestra una vista despiezada en perspectiva de las piezas de enclavamiento del refractario que muestra además el método de enclavar las piezas.

20       La figura 4 es una vista en alzado lateral de la presente invención que muestra en general las costuras definidas por las protuberancias, rebajes, segmentos de cuerpo y vacíos de dos piezas enclavadas y que muestra además los extremos curvados de las protuberancias.

25       La figura 5 es una vista en sección transversal a lo largo de las líneas 4-4 que muestra en general la relación radial entre el tubo, el revestimiento de fibra cerámica y las piezas de fibra cerámica anclavadas.

30       La figura 6 es una vista en alzado lateral de otra realización de la presente invención que muestra las protuberancias ahusadas, los extremos curvados de las protuberancias y la porción curvada correspondiente de los rebajes ahusados.



1 industria. El grosor del revestimiento de fibra cerámica es  
preferiblemente suficiente para amortiguar las vibraciones  
del tubo sobre la pieza, pero no suficientemente grueso para  
hacer que una profundidad radial excesiva de la pieza esté  
5 a temperaturas elevadas indeseadas. El revestimiento puede  
enroscarse temporalmente alrededor del tubo hasta que la  
unidad refractaria 2 se aplique al mismo. Por razones de  
economía, la pieza puede fabricarse como una única capa a  
partir de una mezcla de fibras cerámicas que permitan el  
10 funcionamiento continuo a las gamas de temperaturas de los  
hornos de recalentamiento, y que sean suficientemente re-  
sistentes al ataque por la escoria y gases del horno.

En la presente descripción, las fibras cerámicas  
que conservan sustancialmente sus características de resis-  
15 tencia térmica a una temperatura operativa continua se deno-  
minarán por la temperatura de referencia; por ejemplo, fibra  
de 2300°F (1260°C), fibra de 2600°F (1426,7°C), fibra de  
3000°F (1648,9°C) y así sucesivamente.

Cada pieza de fibra cerámica puede incluir pro-  
20 porciones de una fibra cerámica de 2300°F (1260°C), de una  
fibra cerámica de 2600°F (1426,7°C) y/o una fibra cerámica de  
3000°F (1648,9°C). Las relaciones precisas de una fibra a otra  
son el resultado de las temperaturas del horno, el grosor  
permisible o deseable del refractario y el coste de fabrica-  
25 ción preferido. Una fibra básica aceptable de 2300°F  
(1260°C), denominada Kaowool, fabricada por Babcock and  
Wilcox Company, consta primariamente de fibras que tienen  
una composición de 47,0% de  $Al_2O_3$  y 52,9% de  $SiO_2$  por ciento  
por peso. La misma compañía fabrica también un producto de  
30 fibra cerámica de 2600°F (1426,7°C) que tiene una composición

1 de 55,0 a 44,9% por peso molecular de  $Al_2O_3$  y  $SiO_2$  respec-  
tivamente. Imperial Chemical Industries Ltd fabrica incluso  
una fibra cerámica de  $3000^{\circ}F$  ( $1648,9^{\circ}C$ ) más resistente a  
la escoria y de baja conductividad térmica que tiene un  
5 95,0% y 5,0% por peso molecular de  $Al_2O_3$  y  $SiO_2$  respectivamente.

Por lo general la gama de temperaturas de un horno  
metalúrgico de recalentamiento no es constante. Las porciones  
del horno próximas a los quemadores pueden funcionar a una  
gama de  $2600^{\circ}F$  ( $1426,7^{\circ}C$ ) mientras que las secciones próxi-  
10 mas al canal de llamas del horno pueden aproximarse a la  
gama de temperatura de  $1900^{\circ}F$  ( $1037,8^{\circ}C$ ). Por consiguiente,  
las piezas de fibra cerámica próximos al canal de llamas  
pueden ser menos termorresistentes, menos resistentes a los  
gases corrosivos de alta temperatura de dentro del horno y  
15 por tanto pueden hacerse de una mezcla de fibras menos caras  
que las piezas refractarias colocados cerca de la sección  
de quemadores. Así, variando las mezclas de la composición  
de las diversas fibras cerámicas, puede instalarse el re-  
fractario adecuado en las áreas correspondientes del horno  
20 con gasto mínimo.

En las regiones más frías del horno, puede mez-  
clarse 5% de una fibra de elevada temperatura, por ejemplo,  
una fibra cerámica de  $3000^{\circ}F$  ( $1648,9^{\circ}C$ ), con 95% de una  
fibra de menor temperatura, por ejemplo, una fibra cerámica  
25 de  $2300^{\circ}F$  ( $1260^{\circ}C$ ), por peso para obtener un refractario de  
fibra cerámica resistente a la escoria y a la temperatura  
razonable. Otra realización, adecuada para gran parte del  
horno, incluye una relación de 60% a 40% por peso de fibra  
cerámica de  $3000^{\circ}F$  ( $1648,9^{\circ}C$ ) a una fibra de  $2300^{\circ}F$  ( $1260^{\circ}C$ )  
30 respectivamente.

1                   Se mejora la resistencia del refractario al ataque  
de la escoria y se reduce la porosidad del refractario  
añadiendo un material de relleno granular refractario ade-  
cuado a la pasta de fibras durante la operación de formación  
5 en vacío. Los materiales de relleno granulares aceptables  
pueden ser, por ejemplo, alúmina ( $Al_2O_3$ ), zirconia ( $Zr_2O$ )  
u óxido crómico ( $Cr_2O_3$ ). La pasta incluye además un almidón  
que tiende a mantener el aglutinador de sílice en estado  
coloidal durante la operación de formación. El almidón, que  
10 es orgánico, se quema durante la operación de curado subsi-  
guiente dejando por ello una unión sustancialmente inorgánica.

A modo de ejemplo no limitativo, una pasta adecuada  
para la formación de la pieza refractaria de fibra cerámica 13  
se forma según la siguiente proporción:

15	Fibra cerámica de 2300°F (1260°C)	- 4 libras (1,814 kg).
	Fibra cerámica de 3000°F (1648,9°C)	- 6 libras (2,721 kg).
	Sílice coloidal	- 1,8 libras (0,816 kg).
	Almidón	- 0,75 libras (0,340 kg).
	Agua	- 585 libras (265,297 kg).

20 Según la exposición y descripción anteriores, cuanto mayor  
es el contenido de alúmina ( $Al_2O_3$ ) tanto más resistente a  
la temperatura, a la degradación por la escoria y a los  
gases es la fibra cerámica resultante. Los expertos en la  
materia observarán que los ingredientes de la pasta pueden  
25 variarse a voluntad para optimizar las características opera-  
tivas del refractario con su coste de fabricación para una  
temperatura operativa continua dada. Además, la mezcla puede  
variarse durante la operación de formación en vacío para  
depositar una cantidad progresivamente mayor de  $Al_2O_3$  en una  
30 dirección radialmente hacia afuera.

1                    Como se muestra en la figura 2, la unidad refracta-  
ria 2 incluye dos piezas sustancialmente idénticas 13. Cada  
pieza tiene un segmento de cuerpo parcialmente cilíndrico 6  
que tiene un primer extremo 6a y un segundo extremo 6b. Cada  
5                    una de las dos protuberancias 10 y 15 tiene un primer extremo  
10a y 15a respectivamente integral con y que se extiende  
desde el primer extremo 6a del segmento de cuerpo, y segundos  
extremos 10b y 15b respectivamente como se muestra en la  
figura 3. Las protuberancias 10 y 15 se separan en ángulo  
10                    del cuerpo principal 6 por los rebajes 16 y 19. En cada  
pieza 13, el segmento de cuerpo 6, los rebajes 16 y 19,  
y las protuberancias 10 y 15 están dentro de una superficie  
de rotación cilíndrica sustancialmente común. Las protuberan-  
cias 10 y 15 se separan además una de otra por un vacío 28.  
15                    Como se muestra en la figura 6, las protuberancias 10 y 15,  
y el segmento de cuerpo 6 de cada pieza 13 pueden ahusarse  
convenientemente. El ahusamiento de las protuberancias y los  
segmentos de cuerpo ofrece la característica adicional de  
asegurar un ajuste más íntimo de las protuberancias 10 y 15  
20                    con los rebajes 16 y 19 cuando aquellas se reciben dentro de  
los rebajes. El ajuste más íntimo puede obtenerse insertando  
las dos piezas 13 en relación de enclavamiento y apoyo y  
cortando después las superficies de extremo de la unidad  
refractaria 2 de forma que las superficies de extremo 7 de  
25                    cada pieza 13 estén alineadas sustancialmente con las super-  
ficies 11 cuando se enclavan las piezas 13.

                    Los extremos 10b y 15b de las protuberancias 10 y  
15 respectivamente pueden curvarse o arquearse para reducir  
los esfuerzos que se concentran en una esquina en la que  
30                    se encuentran las superficies. Preferiblemente, las piezas

1 13 son sustancialmente idénticas. Consiguientemente, cuando  
una pieza 13 se hace girar  $180^{\circ}$  desde la otra alrededor de  
un eje lateral como se muestra en la figura 3 y ambas se  
alinean a lo largo de un eje longitudinal común, una pieza  
5 se recibe íntimamente por la otra para formar una unidad  
refractaria de enclavamiento, sustancialmente cilíndrica 2.  
Las costuras definidas por las porciones de enclavamiento de  
la unidad refractaria 2 están sustancialmente cerradas y  
son resistentes a la entrada de escoria y convección ultra-  
10 rrápida que se produce en un horno metalúrgico. En la reali-  
zación preferida, el tubo refrigerado por agua se recubre en  
primer lugar con un revestimiento de fibra cerámica flexible  
26 que se enrolla alrededor del tubo 20. La primera pieza 13  
del refractario 2 se coloca sobre la superficie del tubo  
15 refrigerado por agua 20 que se recubre con el revestimiento  
de fibra cerámica 26. La segunda pieza 13 facilita apropiada-  
mente el enganche longitudinal de las protuberancias de  
enclavamiento 10 y 15 con los rebajes 16 y 19. Después se  
empujan radialmente hacia adentro las dos piezas 13 para  
20 comprimir el revestimiento de fibra cerámica flexible y des-  
pués se empujan longitudinalmente una hacia la otra para  
realizar el enclavamiento y minimizar las costuras entre  
las dos piezas 13. La repetición del procedimiento anterior  
se continúa hasta que la longitud deseada de unidades re-  
25 fractarias cubra el tubo refrigerado por agua 20. Cuando se  
llega a las uniones entre los tubos horizontales y verticales,  
pueden usarse piezas 13 de menor longitud para minimizar  
los segmentos expuestos restantes del tubo de agua 20.

Debido a la construcción de la estructura de tubos  
30 de un horno metalúrgico, hay áreas en las que dos tubos in-

1 dependientes y alineados están juntos. Una modificación de  
la construcción básicamente cilíndrica de la presente inven-  
ción mostrada en la figura 7 será suficiente para aislar  
dichos tubos. La pieza cilíndrica básica se convierte en  
5 una pieza oval o elíptica de forma que el par de tubos para-  
lelos pueda revestirse con un revestimiento de fibra cerámica  
y después encapsularse dentro del refractario de fibra cerá-  
mica más alargado. Se sobreentiende que según la presente  
invencción pueden aislarse varias cantidades y disposiciones  
10 de tubos con un refractario de fibra cerámica moldeado en  
vacío apropiado.

Los expertos en la materia observarán que la apli-  
cación de un material de revestimiento adecuado de pasta  
de elevada temperatura tal como un mortero de fraguado por  
15 aire o calor a la superficie exterior 6l de la pieza 13 mejo-  
rará la resistencia de la pieza a la escoria. A modo de  
ejemplo no limitativo, A. P. Green Refractories Co. fabrica  
uno de dichos revestimientos superficiales según el análisis  
químico aproximado siguiente:

20	$\text{SiO}_2$	1,0-2,0%
	$\text{Al}_2\text{O}_3$	88-90%
	$\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$	0,1-0,3%
	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	0,05-0,2%
	$\text{MgO}$	0,05-0,2%
25	$\text{Cr}_2\text{O}_3$	9,0-10,0%

El compuesto resultante es un revestimiento protector de  
elevada temperatura que facilita un grado adicional de dureza  
superficial, resistencia a la penetración de escoria, y re-  
sistencia a la erosión de la fibra cerámica. Otro revesti-  
30 miento de autocurado contiene 95% de  $\text{ZrO}_2$  que también puede

1 aplicarse en frío.

#### METODO DE FABRICACION

Aunque relativamente nuevo, el procedimiento de formar en vacío piezas de fibra cerámica es bien conocido en la industria. Según la presente invención, la pasta que contiene, por ejemplo, las fibras cerámicas, la sílice coloidal, almidón catiónico orgánico y agua se forma según las cantidades indicadas. Para obtener los mejores resultados, se agita la pasta para favorecer el mantenimiento del estado coloidal dentro de la pasta. Se introduce en la pasta un molde macho cilíndrico perforado (no mostrado) cuyas perforaciones comunican con una fuente de vacío parcial interior. El medio de sílice coloidal, el almidón y el agua de la pasta se sacan por las perforaciones por el efecto de vacío. Sin embargo, las fibras cerámicas son significativamente largas y por lo general no pasan por las perforaciones del molde. Por consiguiente, las fibras cerámicas tienden a formar una esterilla de fibras cerámicas entrelazadas alrededor del molde perforado de vacío. La esterilla alrededor del molde perforado de vacío es generalmente más densa cuanto más próxima está al molde y menos densa radialmente hacia afuera del molde. Variando la cantidad de vacío aplicado a las perforaciones del molde, puede variarse la densidad, y en cierta medida la rigidez de la esterilla. Una vez que se ha depositado el grosor deseado de la capa de fibra cerámica sobre el molde perforado de vacío en la pasta, se saca el molde de la pasta. La superficie interior del refractario, que está más próxima a la fuente de vacío, presenta un aspecto semejante a una pantalla de relieve. La superficie exterior, que está más alejada de la fuente de vacío, tiene un

1 aspecto más rugoso y se denomina superficie de corteza. La  
superficie de corteza puede ser suave, pero no es necesario  
que lo sea. El molde perforado de vacío se saca después de  
la combinación del refractario de fibra cerámica depositado.  
5 El refractario se coloca después sobre una forma de mandril  
adecuado (no mostrado) y se cura. El refractario se cura a  
una gama de temperaturas de aproximadamente 180°F (82,2°C)  
a 500°F (260°C) durante un periodo de cuatro a ocho horas.  
La convección a presión del horno de curado minimizará el  
10 tiempo de curado. El refractario puede moldearse en piezas  
separadas 13, o como una unidad 2 y cortarse en dos piezas  
sustancialmente idénticas 13.

El nuevo refractario de fibra cerámica no solamente  
ahorra energía al reducir la pérdida de calor en un horno  
15 metalúrgico, sino que también reduce sustancialmente la ener-  
gía requerida para curar el refractario. Por ejemplo, el  
curado de refractarios cerámicos precocidos densos requiere  
en general una temperatura de 2700°F (1482,2°C). Se requieren  
aproximadamente 16 horas para encender un horno a 2700°F  
20 (1482,2°C). Los refractarios cerámicos prequemados conven-  
cionales se han curado después a 2700°F (1482,2°C) durante  
6 a 8 horas. Después se ha enfriado el horno desde 2700°F  
(1482,2°C) a la temperatura ambiente y los refractarios  
quemados se han sacado del horno. La cantidad total de tiempo  
25 empleado ha sido 30 a 40 horas y la energía requerida para  
producir las temperaturas necesarias ha sido inmensa. Por  
el contrario, la fabricación del nuevo refractario de fibra  
cerámica formado en vacío, de enclavamiento requiere una me-  
dia de solamente 6 horas en un proceso de horno continuo a  
30 una temperatura de 180°F (82,2°C) a 500°F (260°C). Por con-

1 siguiente, es sustancial el ahorro de energía durante el proceso de fabricación del refractario.

Para asegurar un ajuste íntimo alrededor del tubo dentro del horno, la unidad refractaria 2 incluye preferiblemente las superficies de extremo alineadas radialmente 7 y 11 para minimizar las costuras entre las unidades instaladas 2.

En la realización preferida, el vacío 28 es suficientemente grande para recibir un tubo alineado longitudinalmente 20. Se observa que cuanto mayor es la porción de enclavamiento de la pieza 13, es decir, las porciones del refractario definidas en general por los rebajes de enclavamiento 16, 19 y las protuberancias 10 y 15 de cada pieza, tanto más efectiva es la acción de enclavamiento resultante y la estabilidad de la pieza 2 alrededor del revestimiento 26 y del tubo 24. El ahusamiento de las protuberancias y rebajes de conformación reduce más la penetración de escoria y gases corrosivos por las costuras. Debido a las características de peso considerablemente mejoradas del nuevo refractario de fibra cerámica formado en vacío, laminado, de enclavamiento en comparación con ladrillos o losas refractarios, el peso por pie lineal (0,3048 m) se ha reducido a 3 a 6 libras (1,360 a 2,721 kg) en contraposición a las 35 a 40 libras (15,872-18,14 kg) por pie lineal (0,3048 m) del ladrillo refractario cerámico precocido convencional. Por consiguiente, se reduce significativamente el peso y esfuerzo aplicados sobre la infraestructura refrigerada por agua, y se reducen las cargas y esfuerzos sobre las protuberancias 10 y 15 reduciendo por consiguiente a su vez las roturas y fallos de dichas áreas. El peso reducido por pie lineal (0,3048 m) de la presente invención reduce sustancialmente el efecto

1 de compresión de la pieza 13 sobre el revestimiento 26 cuando  
el revestimiento se mantiene comprimido dentro de la unidad  
2, y permite la rápida instalación sin medios de soporte  
adicionales. La elasticidad del nuevo refractario le permite  
5 resistir el impacto en una medida mucho mayor que los re-  
fractarios convencionales.

Los expertos en la materia comprenderán que la  
presente invención puede aplicarse como aislamiento de tubos  
de proceso tales como los aislamientos usados en la industria  
10 petrolífera o en servicios públicos.

El refractario nuevo y mejorado resultante reduce  
mucho la pérdida de calor por los tubos refrigerados por agua  
en un horno metalúrgico. Por ejemplo, en un horno que fun-  
cione a entre 2400°F y 2500°F (1315,6-1371,1°C), se producen  
15 las siguientes pérdidas de calor aproximadamente:

	Btu/pie lineal/hora	(cal/seg)
tubo descubierto	117.500	8.225
ladrillo cerámico precocido	13.640	954,8
fibra cerámica de enclava-		
20 miento formada en vacío	1.735	121,4

Por consiguiente, es evidente que el nuevo y útil  
refractario de fibra cerámica formado en vacío, de enclava-  
miento cumple los objetos y ventajas de la presente invención  
así como otros que serán muy claros a la luz de las reivin-  
25 dicaciones. Por razones de claridad, se ha descrito y rei-  
vindicado una realización preferida. Sin embargo, se sobreentiende  
que otros equivalentes sustanciales, adaptaciones,  
modificaciones y combinaciones de la presente invención caen  
directamente dentro del espíritu y alcance de la memoria des-  
30 criptiva, de los dibujos y reivindicaciones de la misma.

1 En resumen, la Patente de Invención que se solicita  
deberá recaer sobre las siguientes:

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un dispositivo refractario de fibra ceramica  
para aislar un tubo dentro de un medio ambiente de elevada  
temperatura, que comprende:
- a. un segmento de cuerpo arqueado que tiene primeros  
y segundos extremos y que se extiende a lo largo de la pieza,
  - b. un par de protuberancias arqueadas cada una de  
10 las cuales tiene primeros y segundos extremos, extendiéndose  
dichas protuberancias a lo largo de menor longitud que el  
segmento de cuerpo (a) conectándose integralmente el primer  
extremo de cada protuberancia a una porción del primer ex-  
tremo del segmento de cuerpo,
  - 15 c. un par de rebajes que desplazan en ángulo sus  
protuberancias correspondientes (b) en sentido opuesto desde  
el segmento de cuerpo (a), extendiéndose dichos rebajes de  
forma circunferencialmente y longitudinalmente igual a las  
protuberancias; y
  - 20 d. un vacío que desplaza arqueadamente cada protu-  
berancia y una porción integral correspondiente del primer  
extremo del segmento de cuerpo una de otra de forma que  
cuando una segunda pieza refractaria de fibra cerámica se  
hace girar 180° desde la primera pieza alrededor de un eje  
25 lateral, y las dos piezas se alinean longitudinalmente y se  
unen, las protuberancias de una pieza se reciben íntimamente  
en los rebajes de la otra pieza y el segmento de cuerpo de  
cada pieza se recibe íntimamente en el vacío de la otra pieza  
formando por ello una unidad refractaria resistente a las  
30 vibraciones, resistente a la escoria, termorresistente, de

1 poco peso, sustancialmente cilíndrica y de enclavamiento para  
cubrir y aislar un tubo sin medios de unión adicionales.

2. El dispositivo de la reivindicación 1 en el que  
las piezas de enclavamiento forman una unidad refractaria  
5 sustancialmente oval adecuada para aislar en la misma al menos  
dos tubos.

3. El dispositivo de la reivindicación 1 o 2 en el  
que las protuberancias se ahusan hacia adentro en dirección  
hacia su segundo extremo, y los rebajes correspondientes se  
10 ahusan convenientemente de forma que cuando una pieza se  
enclava dentro de otra, las piezas contactan íntimamente  
entre sí.

4. El dispositivo de la reivindicación 1 o 2 en el  
que el segmento de cuerpo converge hacia su segundo extremo  
15 y el vacío se ahusa convenientemente de forma que cuando una  
primera pieza se enclava con la segunda pieza, dichas piezas  
están en íntimo contacto entre sí.

5. El dispositivo de la reivindicación 1 o 2 en el  
que los segundos extremos de las protuberancias están arquea-  
20 dos y los rebajes que reciben las protuberancias se configuran  
convenientemente reduciendo por ello la concentración de  
esfuerzos en el área de los rebajes.

6. El dispositivo de la reivindicación 1 o 2 en el  
que el refractario incluye al menos 50% de  $Al_2O_3$  por peso.

7. El dispositivo de la reivindicación 1 o 2 en el  
25 que el porcentaje por peso de  $Al_2O_3$  aumenta dentro del re-  
fractario en dirección radialmente hacia afuera.

8. El dispositivo de la reivindicación 1 o 2 en el  
que el refractario incluye una mezcla de una primera fibra  
30 cerámica adecuada que tiene al menos 95% por peso de  $Al_2O_3$

1 con una segunda fibra cerámica que tiene al menos 47% por peso de  $Al_2O_3$  en una relación de 3:2 por peso respectivamente.

9. El dispositivo de la reivindicación 1, que comprende:

5 a. un segmento de cuerpo arqueado que tiene primeros y segundos extremos, y que se extiende axialmente a lo largo de la pieza, convergiendo dicho segmento de cuerpo arqueado en la dirección de su segundo extremo,

b. un par de protuberancias <sup>V</sup>aquedias dispuestas circunferencialmente en cualquier lado del segmento de cuerpo teniendo cada una primeros y segundos extremos en las que:

(i) el primer extremo se extiende axialmente desde y se forma integralmente con el primer extremo del segmento de cuerpo,

15 (ii) las protuberancias se extienden axialmente menos que el segmento de cuerpo,

(iii) las protuberancias convergen en la dirección de su segundo extremo; y

20 (iv) el segundo extremo de las protuberancias está arqueado,

c. un par de rebajes que separan circunferencialmente las protuberancias del segmento de cuerpo, conformándose estrechamente dichos rebajes a la forma de las protuberancias,

25 d. un vacío que se extiende axialmente por la longitud del segmento de cuerpo, separando circunferencialmente dicho vacío las protuberancias una de otra y conformándose estrechamente a la forma del segundo extremo del segmento de cuerpo lo que cuando una segunda pieza se hace girar 180° desde la primera pieza y se alinea axialmente con ella y dichas  
30 piezas se unen y enclavan íntimamente resulta una unidad re-

1 fractaria adecuada para aislar un tubo.

10. El dispositivo de la reivindicación 9 en el que la pieza es un óvalo o elipse parcial por lo que cuando las dos piezas se enclavan en una unidad refractaria, la uni-  
5 dad es sustancialmente oval o elíptica por lo que al menos dos tubos pueden disponerse en la misma.

11. Se reivindica por último como objeto sobre el que ha de recaer la Patente de Invención que se solicita: UN  
10 DISPOSITIVO REFRACTARIO DE FIBRA CERAMICA PARA AISLAR UN TUBO DENTRO DE UN MEDIO AMBIENTE DE ELEVADA TEMPERATURA.

Todo conforme queda descrito y reivindicado en la presente memoria descriptiva que consta de veintiseis páginas mecanografiadas y dibujos adjuntos.

Madrid, 17 Agosto 1.979

BERNARDO UNGRIA

P.P.

15

20

25

30

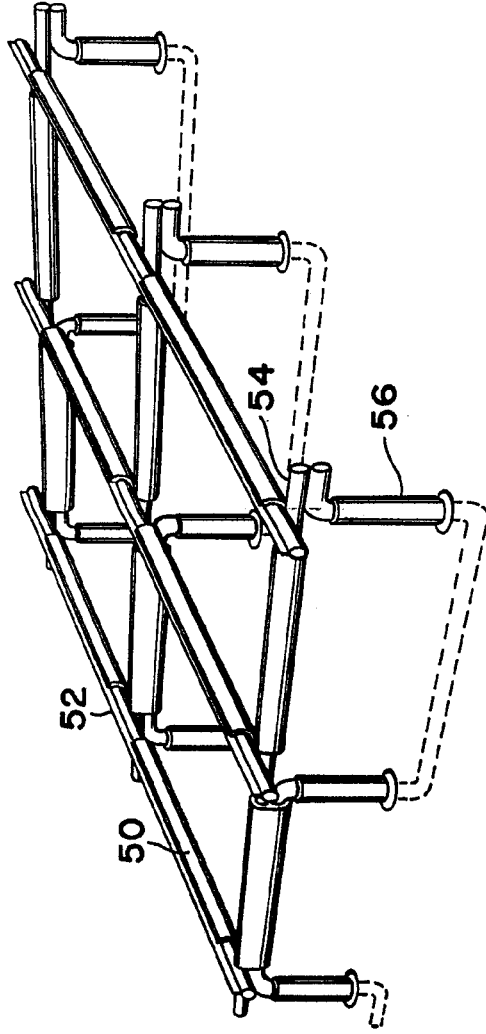


Fig. 1

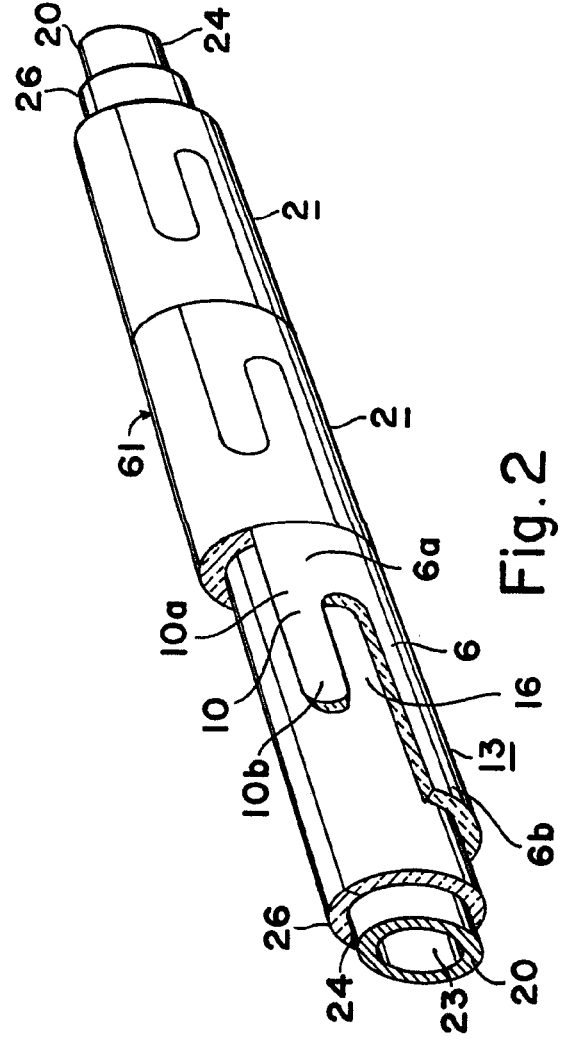


Fig. 2

ESCALA VARIABLE  
 Madrid, 17 de Agosto de 1.979  
 BERNARDO UNGHIA  
 P.F. *[Signature]*

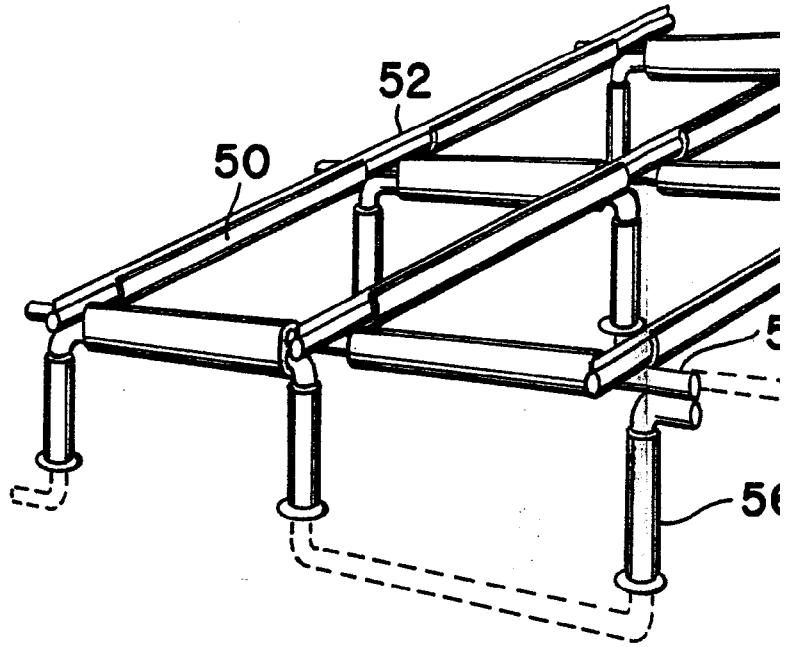


Fig. 1

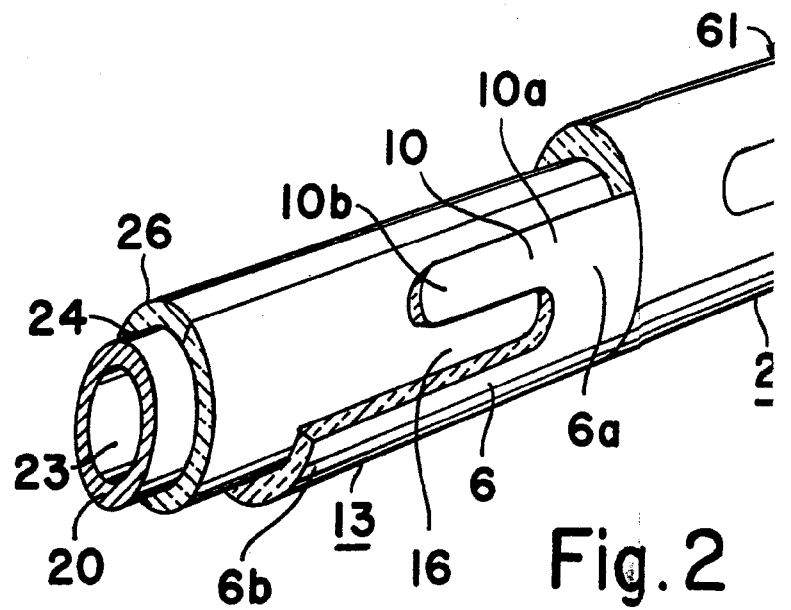


Fig. 2

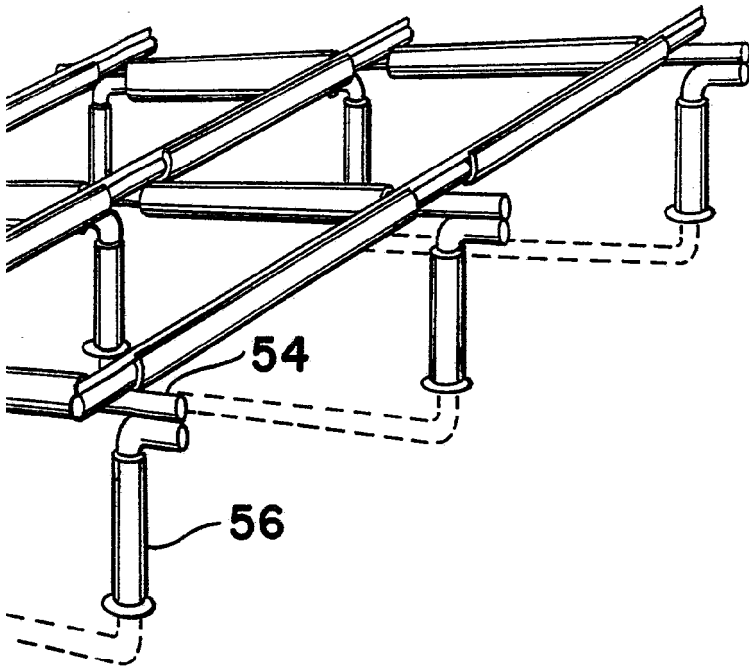


Fig. 1

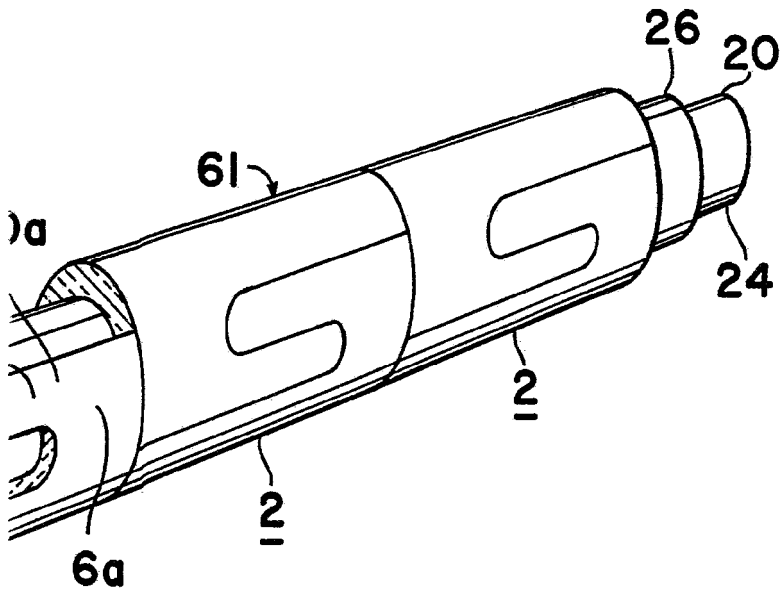


Fig. 2

ESCALA VARIABLE  
Madrid, 17 de Agosto de 1.979  
BERNARDO UNGRIA  
P.P.

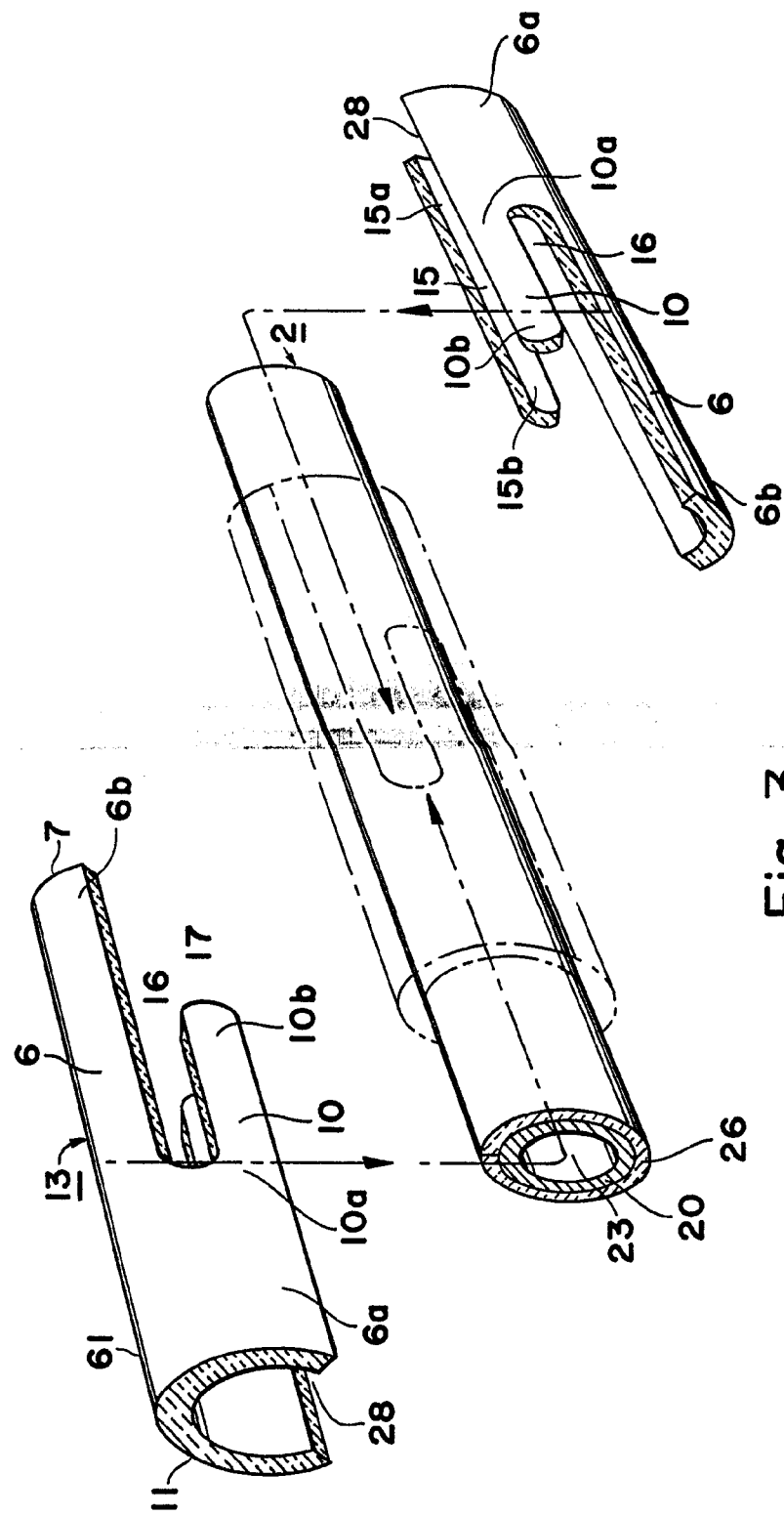


Fig. 3

ESCALA VARIABLE  
Madrid, 17 de Agosto de 1.979  
BERNARDO UNGRIA  
P.P. *[Signature]*

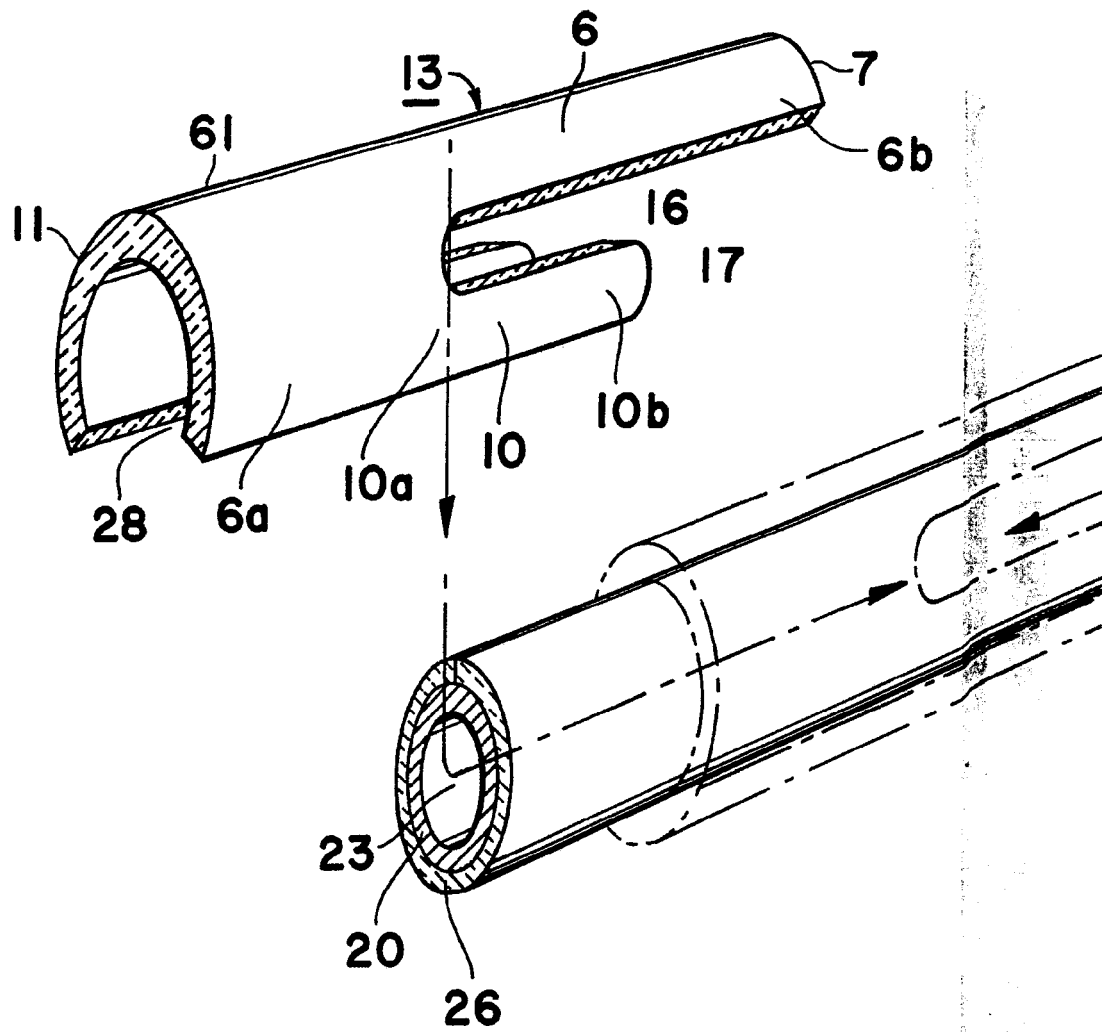
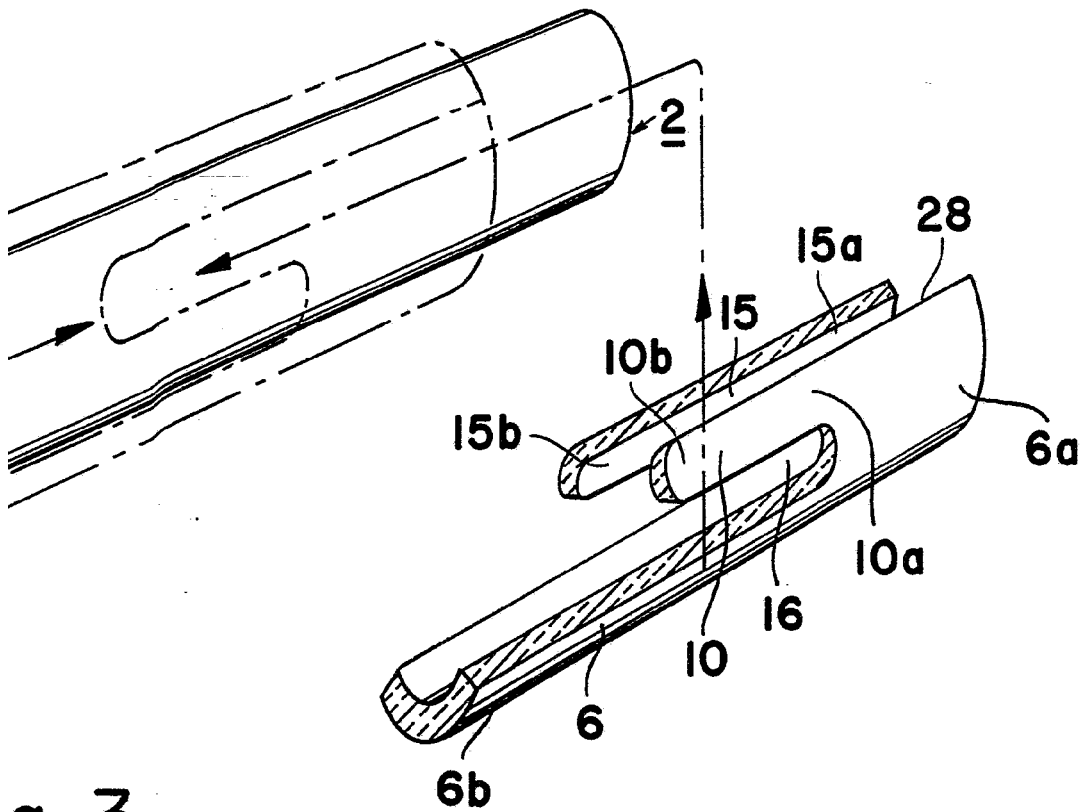


Fig. 3

-7  
-6b



g. 3

ESCALA VARIABLE  
Madrid, 17 de Agosto de 1.979  
BERNARDO UNGRIA  
P.D.

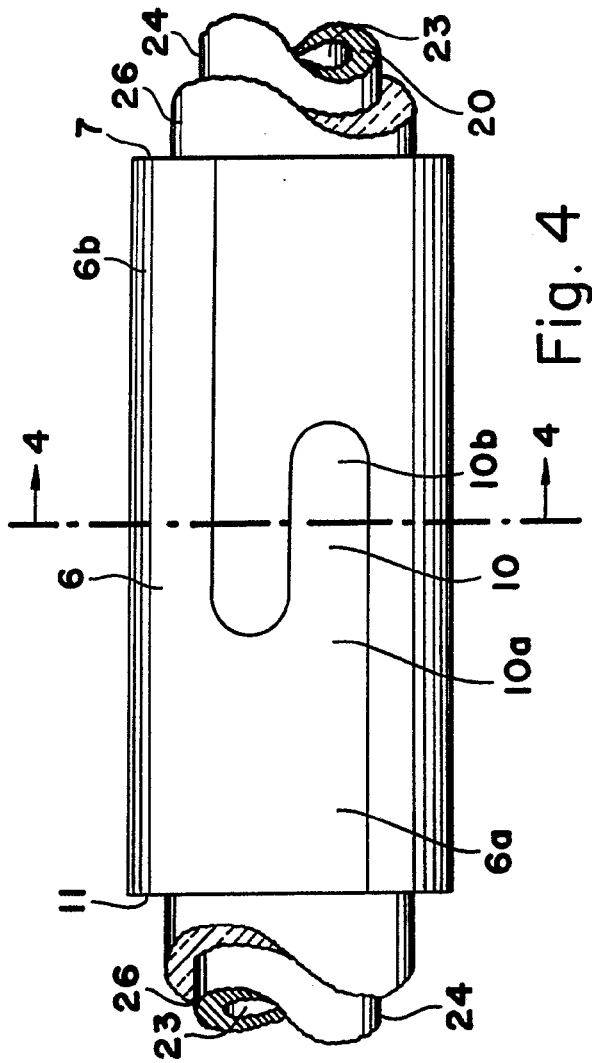


Fig. 4

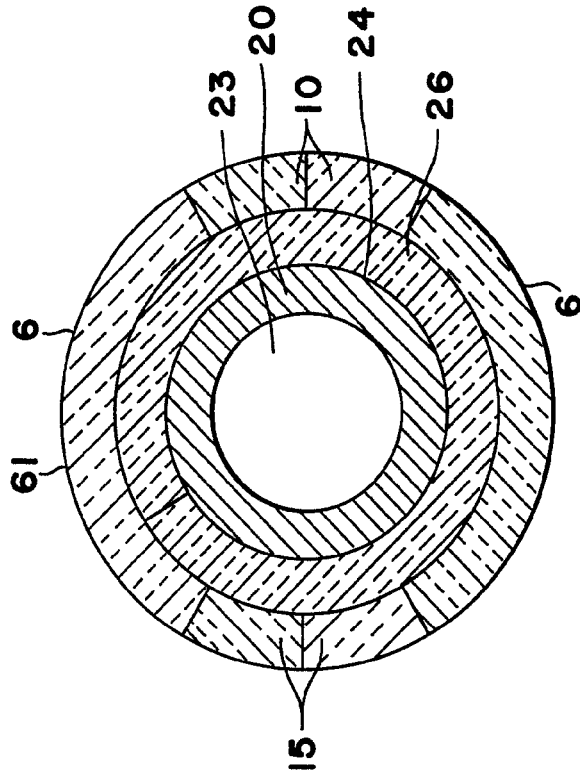


Fig. 5



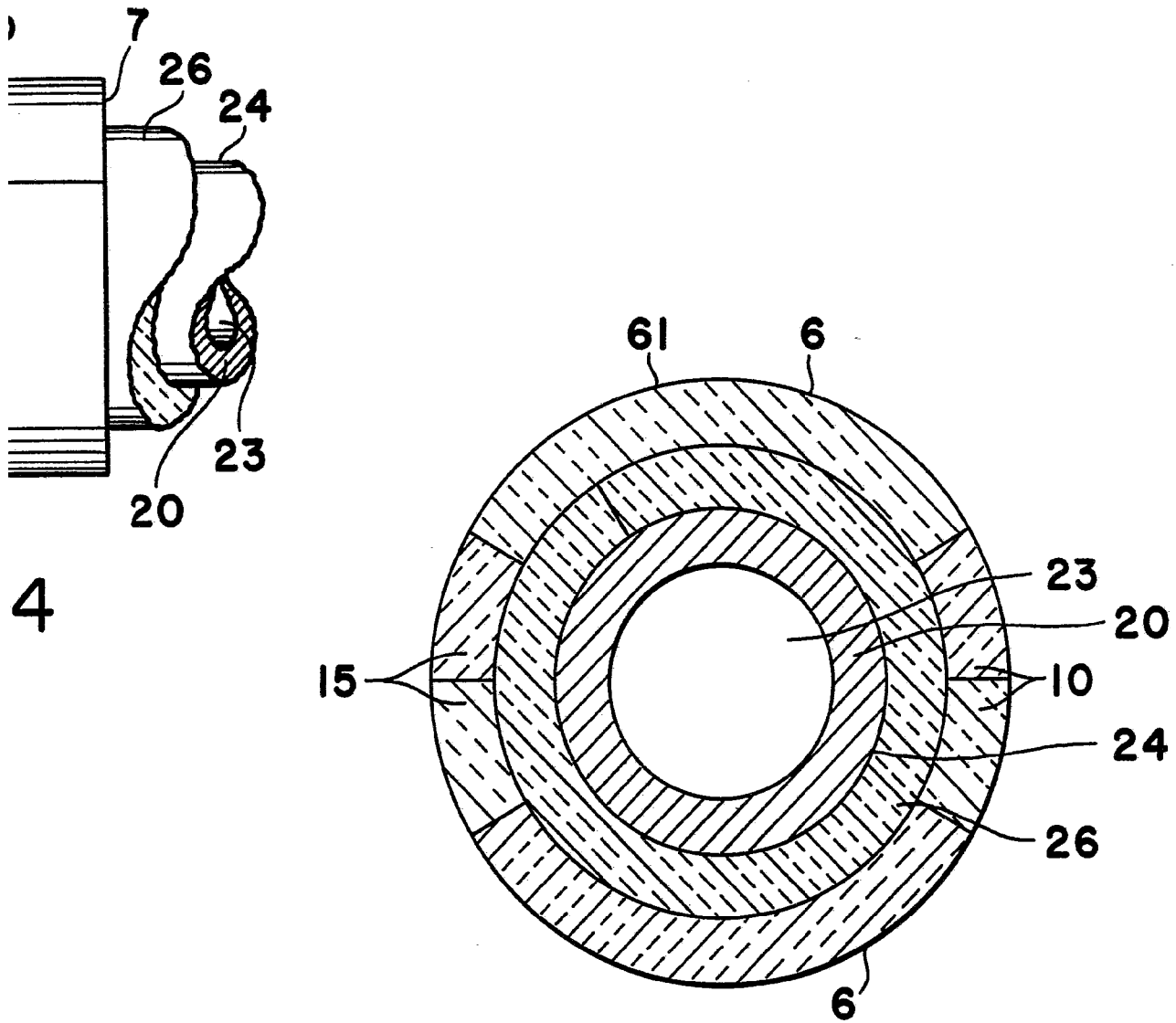


Fig. 5

ESCALA VARIABLE  
Madrid, 17 de Agosto de 1,979  
BERNARDO UNGRIA  
D.P.

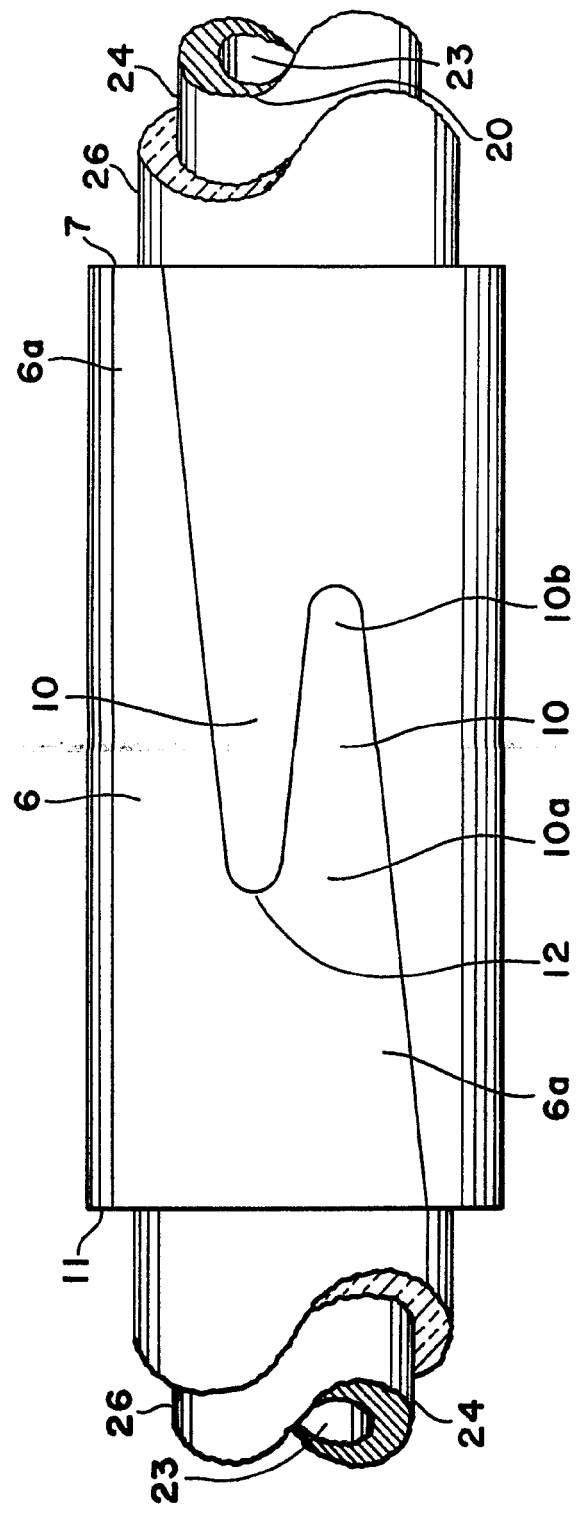


Fig. 6

ESCALA VARIABLE  
Mérida, 17 de Agosto de 1.979  
BERNARDO UNGRIA  
P.P.

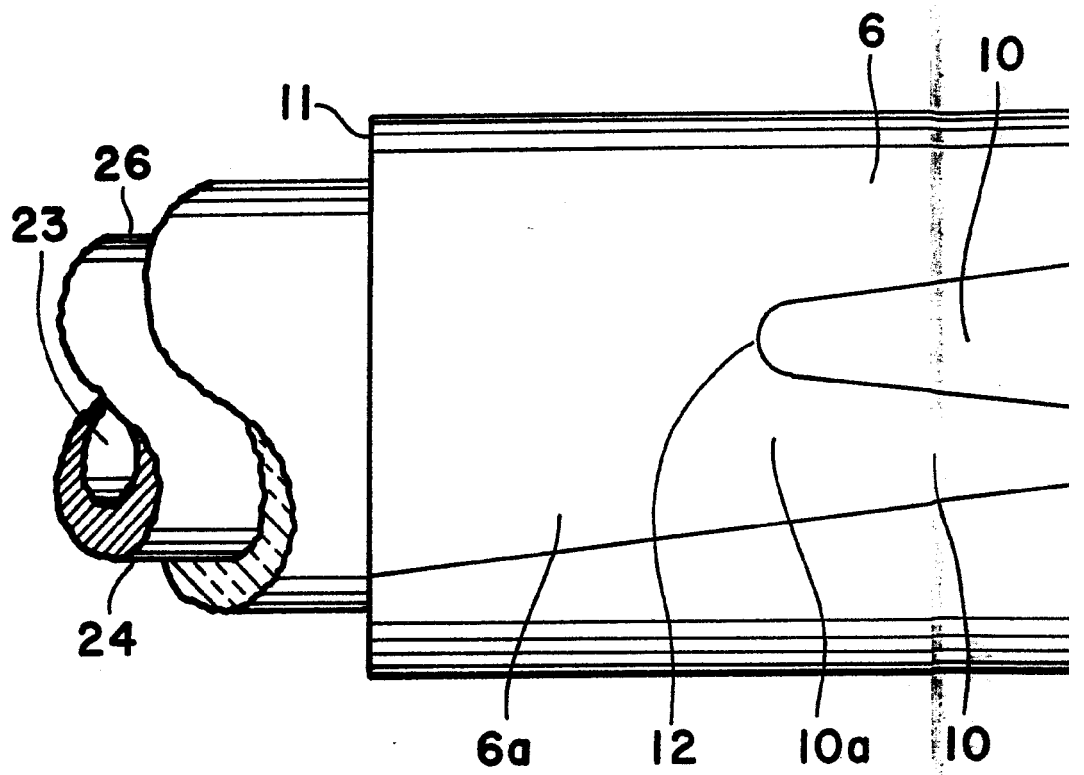


Fig. 6

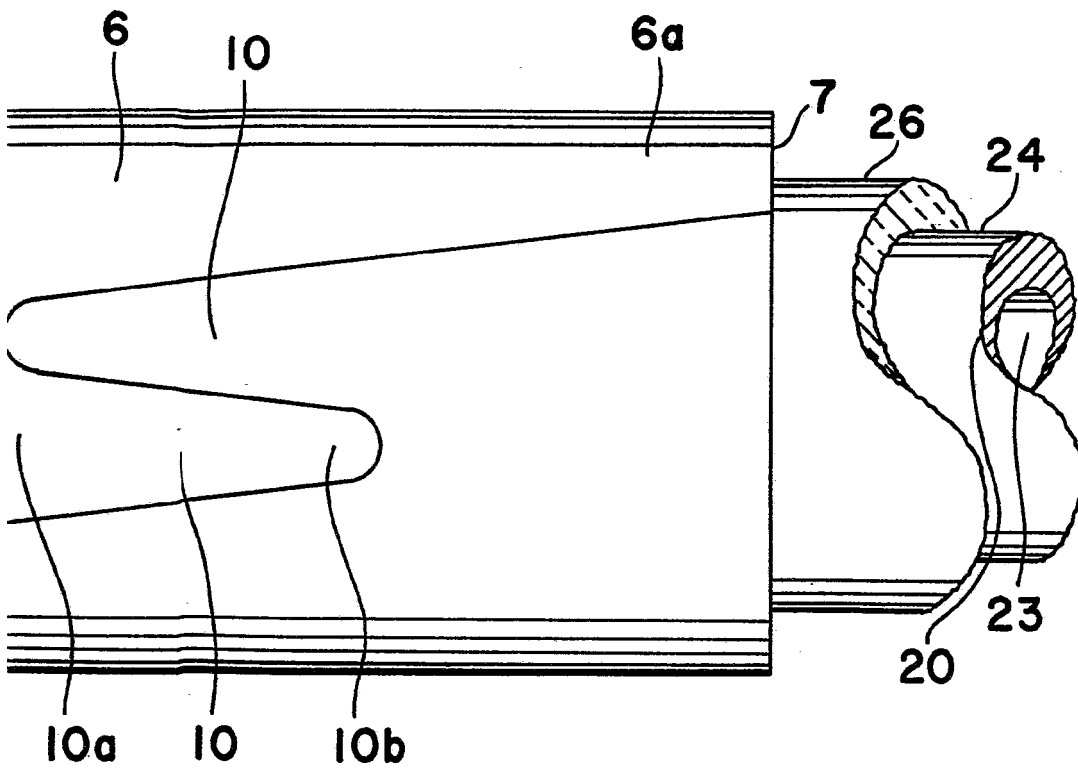


Fig. 6

ESCALA VARIABLE  
Madrid, 17 de Agosto de 1.979  
BERNARDO UNGRIA  
P.P.

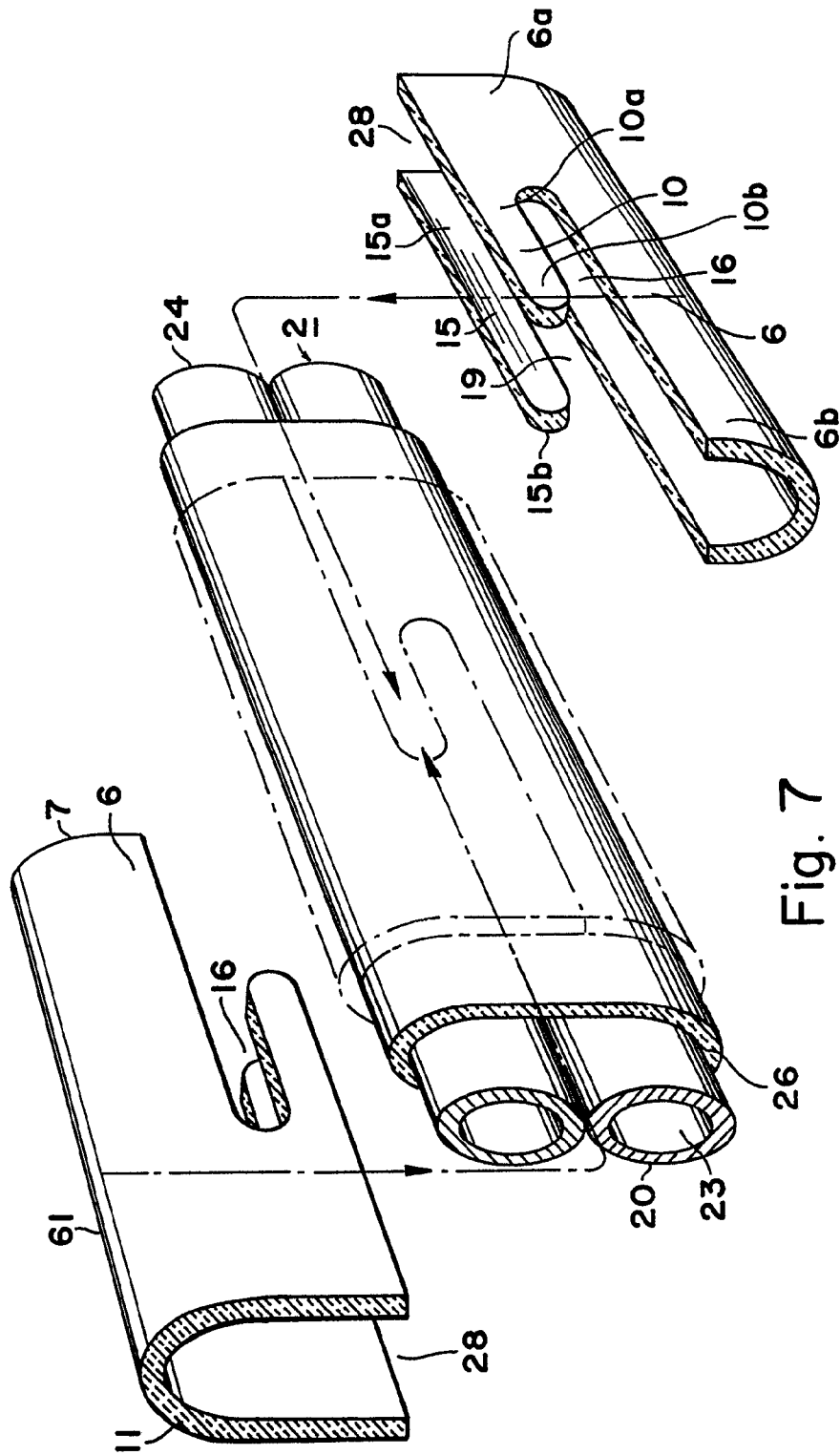


Fig. 7

ESCALA VARIABLE  
Madrid, 17 de Agosto de 1.979.  
BERNARDO UNGER  
P.R.

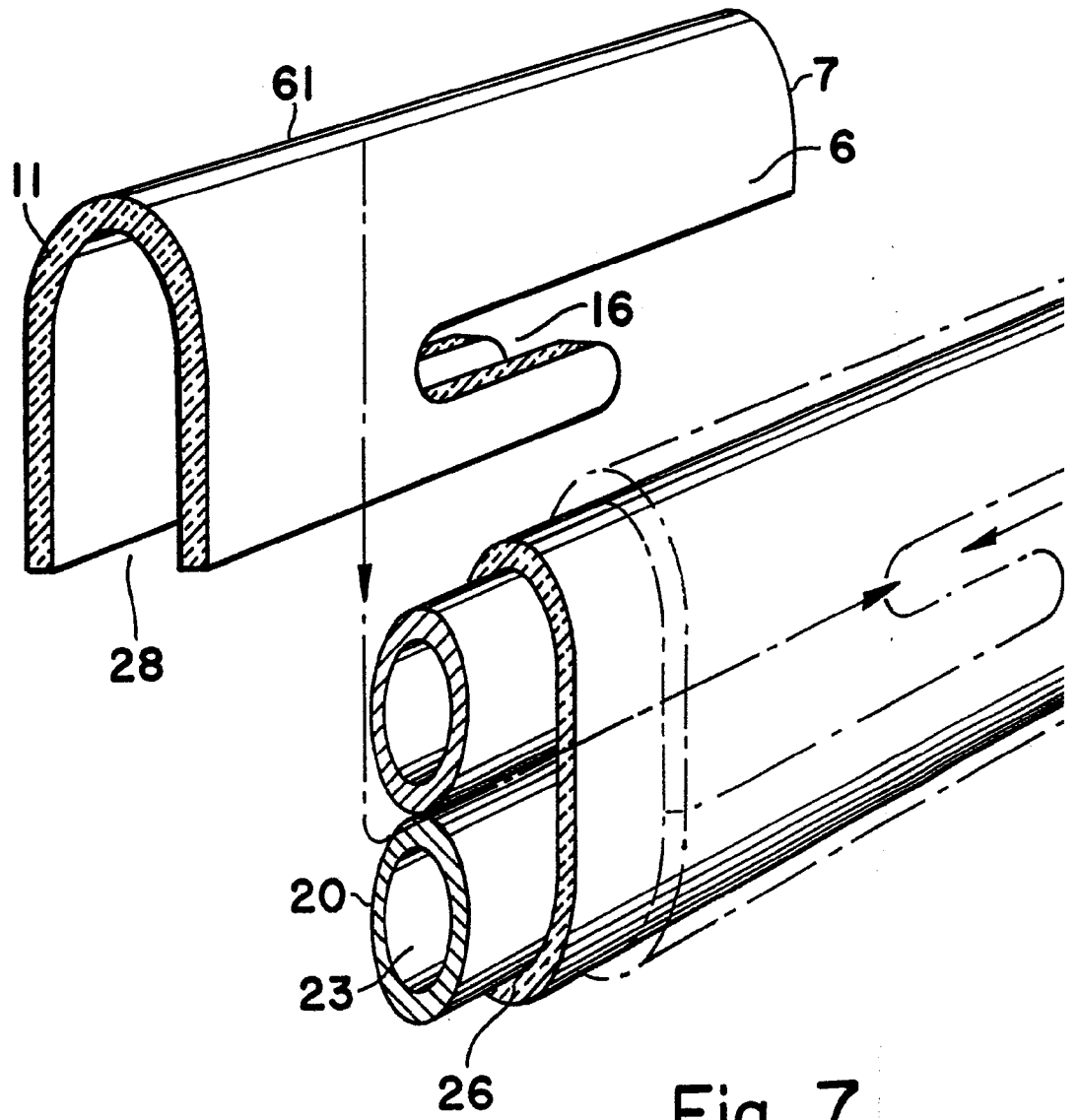
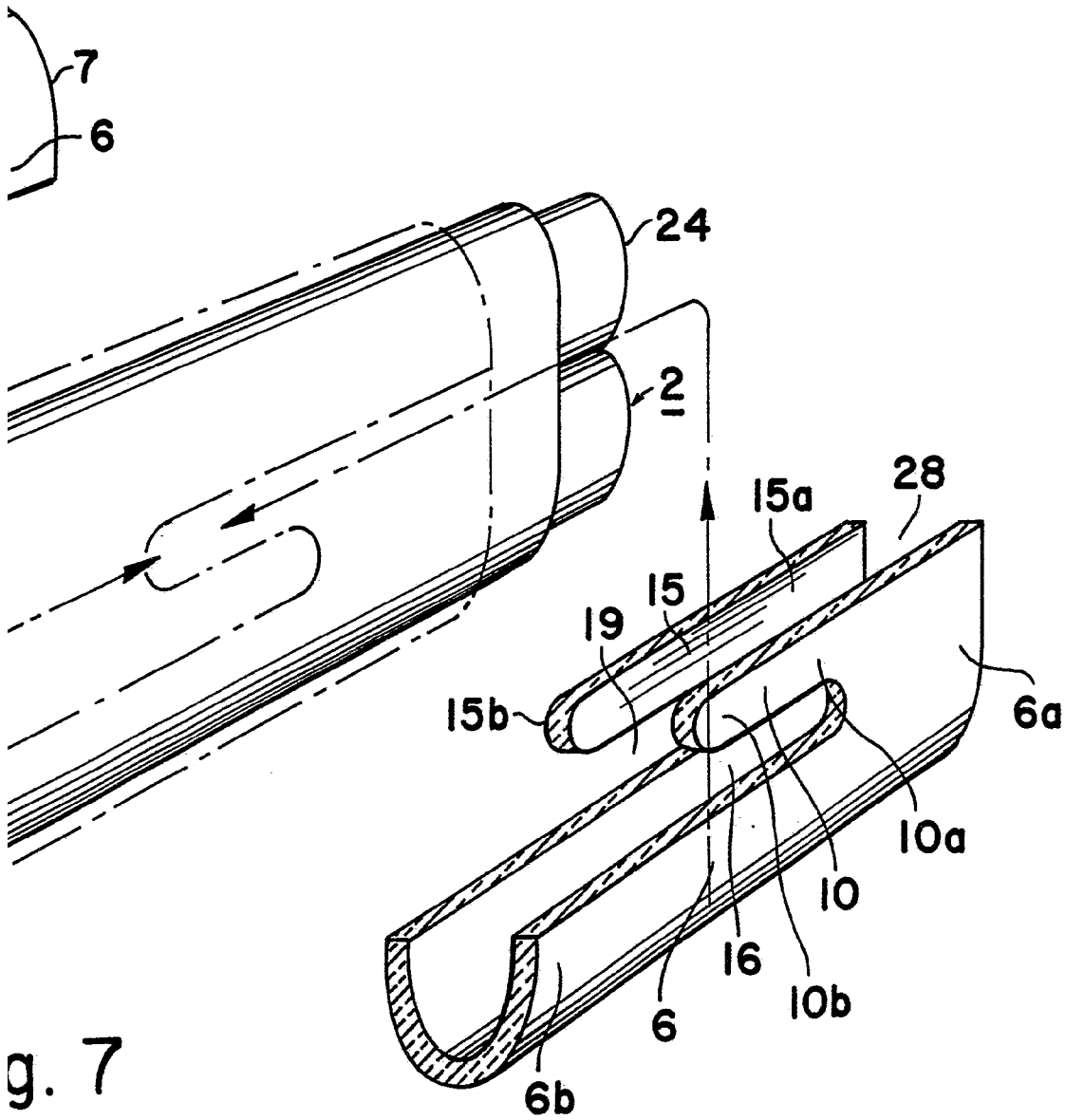


Fig. 7



g. 7

ESCALA VARIABLE  
Madrid, 17 de Agosto de 1.979  
BERNARDO UNGERIA  
P.P.