



417725

P.- 55.237

Int. Cl.: <u>B28B//F16L</u>

MEMORIA DESCRIPTIVA

para solicitar PATENTE DE INVENCION por 20 años

a nombre de GRAEME REGINALD HUME

de nacionalidad australiana

con domicilio en 5 Ian's Grove, Lower Templestowe, Victoria,
Australia.

por: "UN METODO DE PRODUCIR UN TUBO DE HORMIGON".

(Clase Internacional B28b)



417725

Este invento se refiere a la producción de cilindros de hormigón huecos, en la cual el hormigón que forma el cilindro se mantiene bajo tensión mediante alambres o cables de acero de elevada resistencia a la tracción, denominados algunas veces tendones.

Es usual formar el cilindro y, subsiguientemente, fijar un tendón en forma enrollada bajo tracción sobre la superficie exterior del mismo. El tendón se fija y envuelve luego en el material de lechada de cemento tal como la gunita. Son conocidos otros sistemas en los que los tendones se envuelven, al menos parcialmente, en la parte principal de hormigón del cilindro; sin embargo, no es posible un empotramiento total y, además, estos sistemas adolecen de desventajas debido a su complejidad.

Un objeto principal del presente invento es proporcionar un cilindro de hormigón hueco, sometido a tensión, en el que el medio tensor está envuelto totalmente por hormigón que forma el conjunto del cilindro.

De acuerdo con el presente invento, se proporciona un método de producir un cilindro de hormigón hueco que comprende las operaciones de: instalar tendones no sometidos a tracción, situados en un molde con relación a las paredes del molde, estando dividido longitudinalmente dicho molde por lo que, después de verter o colar y fraguar el hormigón en el molde, el cilindro formado se compone

114
417725



de al menos dos secciones hendidas longitudinalmente, conectadas entre sí por dichos tendones, someter a tensión después de ello dichos tendones y llenar los espacios libres creados entre dichas secciones con un material de
5 relleno para formar un cilindro sometido a tensión circunferencialmente continuo.

En otro aspecto del presente invento, se proporciona un método de producir un cilindro de hormigón hueco que incluye las operaciones de moldear una pluralidad de
10 segmentos longitudinales que tienen tendones circunferenciales empotrados en ellos, en relación deslizable respecto a las secciones de hormigón fraguado, aplicar una fuerza radial dirigida hacia fuera a los segmentos para poner bajo tensión los tendones, y mantener los tendones en su
15 condición tensada.

Un método de producir un cilindro de hormigón hueco incluye las operaciones de enrollar tendones en un conformador de segmentos cilíndricos, someter a tensión los tendones por expansión radial del conformador, colar
20 una sección de hormigón, anular, en torno a los tendones y al conformador, dejar fraguar el hormigón, y transferir la tensión desde el conformador a dicha sección de hormigón. Cuando se expande el conformador segmentado, se sitúan espigas o tacos entre los segmentos para mantener la
25 expansión. Después de fraguar la sección de hormigón que

417725



rodea los tendones y el conformador, pueden retirarse las espigas o tacos para transferir la tensión del conformador a la sección de hormigón fraguado.

5 En un aspecto general se proporciona, de acuerdo con el presente invento, un método de moldear hormigón, que comprende las operaciones de: proporcionar una pieza colada de hormigón anular, disponer tendones no sometidos a tensión que se extienden concéntrica o helicoidalmente en ella, separados con relación a las paredes interior y exterior de la pieza colada y disponer miembros que se extienden longitudinalmente entre dichas paredes del molde dividiendo a la pieza colada en secciones longitudinales. 10 Convenientemente, la estructura puede expandirse en dirección radial simplemente, para tensar dichos tendones y puede insertarse un material de relleno capaz de endurecerse en los espacios libres entre los segmentos, para mantener la tensión en los tendones y formar un cilindro sometido a tensión uniforme. 15

20 El invento se describirá con mayor detalle haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La figura 1 es una vista en sección, en alzado parcial, que representa un encofrado de molde para la producción de una tubería de hormigón,

25 la figura 2 es una vista de extremo, parcial, del encofrado de la figura 1,

417725



la figura 3 es una vista en alzado parcial de un aparato de expansión de segmentos,

5 la figura 4 es una vista en sección transversal de un segmento de una tubería moldeada modificado y del alambre a escala reducida,

la figura 5 es una vista de extremo, en sección parcial, que representa el espacio libre formado entre partes segmentadas,

10 la figura 6 es una vista de extremo que representa una forma modificada del invento, en la que los tendones se someten a un pretensado antes de moldear y dejar fraguar el hormigón,

la figura 7 ilustra una vista de un extremo de un tendón para anclar en una tubería de hormigón.

15 Refiriéndonos a las figura 1 y 2 de los dibujos, se proporciona un encofrado que comprende una sección interior 1 y una sección exterior 2. Durante una operación de moldeo, el encofrado estaría dispuesto verticalmente para verter el hormigón en el espacio anular existente entre las secciones de molde interior y exterior. Se sitúan
20 alambres o tendones circunferenciales 3 dentro del espacio anular y se mantienen en relación helicoidal mediante placas de peine 4 que forman también divisores para segmentar la sección de hormigón anular en dichas dos mitades. Además,
25 más, puede estar situado en el espacio anular acero de re-

417725



fuerzo (no representado) en forma conocida.

Las placas de peine 4 en esta disposición están montadas en el miembro 2 de molde exterior. Las bobinas helicoidales de longitud continua de alambre se sitúan dentro del molde exterior antes de la instalación del molde interior 1 y las bobinas se dejan expandir libremente dentro de los espacios 5 en las placas de peine 4. Se bloquea el alambre en los espacios 5 mediante la inserción de otra placa divisora 6. Los alambres no están situados necesariamente de manera concéntrica con respecto a los segmentos de la tubería, ni los segmentos forman, necesariamente, un círculo perfecto. Con el fin de conseguir una mayor resistencia se ha encontrado deseable en los ensayos incrementar el espesor de la pared de hormigón en puntos seleccionados de la circunferencia.

La figura 4 representa una vista en sección transversal de una forma de hormigón y de una disposición de tendones en ella, deseables. El dibujo representa un engrosamiento de hormigón en las partes superior e inferior para dar una mayor resistencia, mientras que los tendones en esta zona están situados junto a la superficie interna de la tubería, y están situados junto a la superficie exterior en aquéllas áreas de la tubería destinadas a formar los lados de la misma cuando esté en uso.

El tendón se recubre preferiblemente con un agen-

417725



te antiadherente o antiaglutinante comercialmente disponible, tal como cera de silicona, que impide que el hormigón, en la proximidad inmediata de los tendones, fragüe durante por lo menos un tiempo algo más largo, lo cual
5 permitirá el movimiento relativo del tendón y del hormigón fraguado que lo rodea durante la operación de tensado. Alternativamente, el agente impedirá la unión del tendón al hormigón fraguado, permitiendo por tanto un movimiento relativo entre ellos. El tiempo transcurrido puede ser
10 de hasta un mes después de verter el hormigón, después de cuyo período se completa el fraguado en torno a los tendones y el anclaje de los mismos.

Refiriéndonos a la figura 7 de los dibujos, se muestra en ella un extremo de un tendón 3, que tiene un
15 manguito 45 de acero dulce situado en él. Después de situar el manguito 45, se deforma el extremo del tendón 3 para configurar un agrandamiento 46 a modo de botón, que tiene como misión asegurar el manguito en el extremo del tendón. Después de situar los tendones en el espacio anular del molde mencionado previamente, puede soldarse el
20 manguito 45 a una parte de los miembros de refuerzo si están insertados en el molde. El manguito 45 y el botón 46 actúan para formar un anclaje en la pieza moldeada de hormigón fraguado para permitir someter a tensión el tendón.

25 El hormigón puede moldearse bien en un molde ver-

14
417725



5 tical o bien en un molde con el eje geométrico horizontal por métodos de colada centrífuga bien conocidos. La disposición vertical es la preferida y se describe e ilustra en esta memoria; sin embargo, debe entenderse que las reivindicaciones no están limitadas al método de moldeo específico utilizado.

10 El cilindro, en forma de segmentos, puede expandirse para someter a tensión los tendones por cualquier método conveniente; sin embargo, existe siempre la posibilidad de rotura del hormigón y debe tenerse cuidado durante la expansión y la operación de tensado de los tendones.

15 Refiriéndonos a la figura 3 de los dibujos, una bolsa 20 de extremos abiertos, flexible, de gran tamaño, que se conforma sustancialmente al diámetro interior del cilindro segmentado de colada, se dispone en él en asociación con un miembro de núcleo rígido 21. La bolsa se cierra en sus extremos contra el miembro de núcleo 21 mediante una banda circundante 23. Una banda de relleno 24 se sitúa para llenar los extremos. El espacio entre ellos se llena con fluido hidráulico, tal como agua a presión. Se admite fluido a través de la tubería 22. Así, el tubo de pared gruesa se expande contra la pared inferior del cilindro segmentado. El cierre de los extremos impide fugas de líquido en los mismos e impide también la extrusión del material de la bolsa cuando el cilindro aumenta

20

25



417725

de diámetro. De preferencia, una delgada funda de fibra de vidrio 25 o material similar, envuelve al material de la bolsa para evitar la abrasión contra la superficie interna de los segmentos de hormigón y reducir al mínimo
5 también una extensión indebida del material de la bolsa cerca de los extremos. El miembro de núcleo 21 se llena de hormigón para formar una base rígida.

Cuando aumenta el diámetro de la tubería, pueden retirarse las placas de peine, una sección radialmen
10 te hacia fuera y la otra sección desde el extremo de la tubería. Puede situarse un mandril de expansión (no ilustrado) dentro del cilindro de hormigón segmentado, forrado con un material blando para amortiguar y distribuir las fuerzas aplicadas por la dilatación del mandril. Cuando
15 se aplica una fuerza radial hacia fuera mediante el mandril, se abre un pequeño espacio libre entre los segmentos para someter a tensión al tendón.

Alternativamente, puede situarse una gran bolsa (no representada) entre un conformador y el cilindro de
20 hormigón segmentado a modo de cámara para cubierta de neumático. Para retener la bolsa en los extremos abiertos del cilindro se prevén placas de tope en cada extremo para encerrar totalmente la bolsa, que puede llenarse bajo presión para dilatar el cilindro de hormigón.

25 Se pretende que el incremento total de la anchura

417725



de los espacios libres entre dichos cuatro segmentos longitudinales de un cilindro de 1,2 m de diámetro, cuando estén expandidos, sea de aproximadamente 2,5 cm con la fuerza de tensión aplicada. Es decir, con cuatro segmentos, el
5 incremento de cada espacio libre sería de aproximadamente 6,35 mm. Los espacios libres así producidos pueden formarse y puede insertarse en ellos un material de relleno adecuado 26, como se representa en la figura 5. El material de relleno puede ser cemento o resina epoxídica o un material similar. Después del fraguado del material de relleno,
10 se impide que los segmentos de los cables se muevan radialmente hacia dentro y los tendones permanecerán bajo tensión después del alivio de la fuerza radial en el interior del cilindro.

15 De preferencia, los tendones se enrollan según una hélice de aproximadamente 2,5 cm de paso. Sin embargo, se prevé que el paso puede variar considerablemente. Se apreciará que el cilindro completo es sometido a tracción con los tendones totalmente envueltos por hormigón bajo
20 tensión, estando llenos los espacios libres entre segmentos longitudinales con material de relleno. El equipo utilizado para moldear el hormigón y someter a tensión los tendones, puede ser de construcción relativamente sencilla y, en consecuencia, puede llevarse a cabo toda la operación
25 de colada y de tensado in situ, evitando por tanto

417725



o reduciendo los costes de acarreo y de manipulación. Con-
venientemente los espacios libres se llenan con material
capaz de endurecerse; sin embargo, pueden utilizarse mate-
riales no endurecibles, tales como plásticos, madera, me-
tales o metales recubiertos de plástico.

No se requieren capas protectoras después de que
se ha terminado la producción, porque los tendones están
ya totalmente empotrados. Si ocurre agrietamiento de los
segmentos de hormigón, pero no fallan los tendones some-
tidos a tensión, las grietas se repararán por sí solas
debido a la unión autógena de las grietas. Además, se
apreciará que en la proximidad de los espacios libres en-
tre los segmentos, los tendones pueden actuar a modo de
bisagra, dando por tanto flexibilidad a la estructura ter-
minada, lo cual no es posible con las tuberías pretensa-
das, reforzadas, existentes, de las que tiene conocimien-
to el solicitante.

A continuación, se describirán informes de ensa-
yos realizados en secciones de ensayo de tuberías fabrica-
das de acuerdo con el invento.

EJEMPLO 1

Especificación del producto

Dimensiones del aro de la tubería	138,75 cm de diámetro exterior
	120,0 cm de diámetro interior

14 SET. 1973



417725

		30,0 cm de longitud
	Alambre de pretensado	7,01 mm de diámetro
	Diámetro del círculo de paso del alambre	130,62 cm
5	Paso del alambre	19,05 mm (15 alambres)
	Número de segmentos	4
	Agente antiadherente del alambre	Cera de silicona

Hormigón

10 8 sacos de cemento Portland por cada 0,75 m³
 Proporción de agregado/cemento 4:1

Resistencia

 562,4 Kgs, ensayada a 28 días del vertido
 Asentamiento: aproximadamente 5 cm.
 15 6, Agregado - Gravilla de rio Bacchus Marsh (Victoria)

Método de expansión

 El aro de tubería se colocó sobre un núcleo de
 hormigón macizo con un diámetro de 105 cm. Se colocó un tu
 bo interior en el espacio anular entre la superficie inte
 20 rior del aro y el núcleo macizo. Se empernarón placas de
 acero al núcleo para retener el tubo en el espacio anular.
 Se introdujo luego agua en el tubo de caucho, haciendo que
 se expandiera el aro de tubería. Se colocó una placa de ace
 ro a través de las cuatro juntas para impedir que el tubo
 25 interior se distendiera a través del espacio libre origina

417725



do por la expansión de los segmentos del aro de tubería.

Resultados

5 Se tomaron lecturas del incremento del espacio libre (en mm.) entre los segmentos. Estas lecturas se registraron con intervalos de 3,5 Kgs. y se indican en lo que sigue.

	Presión de ensayo (Kgs/cm ²)	Junta N ^o			
		1	2	3	4
10	7,0	0,8	0,8	0,8	0,8
	10,5	1,1	1,5	1,1	1,5
	14,06	1,5	1,9	1,9	1,9
	17,57	2,3	2,7	2,3	2,7
	21,07	2,7	3,17	0,39	3,17
15	24,6	3,9	3,9	3,17	0,17
	28,1	3,9	4,76	4,36	3,9
	31,6	4,36	5,15	4,36	4,76
	35,1	5,55	5,55	5,15	0,8

20 La anchura total o agregada es de aproximadamente 21,8 mm a 35,15 kgs/cm², que representan, aproximadamente, una tensión de 4,625 kgs por alambre o aproximadamente 12,092 kgs/cm² en los alambres de acero del aro de ensayo.

25 Se calculó en este Ejemplo que, despreciando el rozamiento entre los alambres y los segmentos de hormigón,



417725

el alargamiento del alambre sería de 2,850 cm. A partir de las cifras que anteceden, se considera como muy baja y satisfactoria la pérdida de alargamiento debida a rozamientos, que asciende a 7,11 mm. Esto representa una pérdida debida al rozamiento de aproximadamente un 30%. Después del tensado, se llenaron las juntas abiertas entre segmentos con cemento envasado seco en un ejemplo y con resina epoxídica en los otros. No se sometió a carga el aro.

EJEMPLO 2

10

Especificación del producto

Dimensiones del aro de la tubería	138,75 cm de diámetro exterior
	120,0 cm de diámetro interior
	30 cm de longitud
15 Diámetro del alambre de pretensado	7,01 mm (colocado elípticamente)
Diámetro principal de la elipse	132,5 cm
Diámetro menor de la elipse	126,25 cm
Número de espiras de alambre	11 (paso de 2,5 cm)
Número de segmentos	4
20 Alambre tensados : hasta 64% U.T.S.	3,8 kgs cada uno
Agente antiadherente del alambre	Cera de silicona
Alargamiento de los alambres debido al pretensado	19,05 mm
Presión interna del fluido en la transferencia	22,5 kgs/cm ²

25

18.8.73.



417725

Hormigón

Proporción de agregado a cemento 2,5:1

351,5 kgs a los 7 días (fraguado al vapor)

Asentamiento: aproximadamente 5 cm.

5 Agregado - Grava de río Bacchus Marsh

Método de expansión

Como en el Ejemplo 1. Las juntas se llenaron con un material de relleno epoxídico después de la operación de tensado. Sobre la base de las cifras que anteceden, la pérdida de pretensado debida al rozamiento entre el alambre y los segmentos era sólo de aproximadamente el 7%.

Método de ensayo y resultados

El aro de tubería se montó en una máquina de ensayos capaz de simular una carga de recubrimiento en una tubería con el eje principal del alambre pretensado situado elípticamente, horizontal, y el eje geométrico del aro horizontal. Se aplicó carga a la parte superior del aro. La carga se aplicó y se alivió tres veces, con un valor de 2.700 kgs.

20 Se cargó luego el aro una cuarta vez a 4.320 kgs y se mantuvo esta carga. Después de 50 segs. aparecieron grietas circunferenciales en la pared de la tubería siguiendo aproximadamente la línea de los alambres elípticos.

25 La tubería se volvió a cargar luego hasta la carga de fractura final de 5.062 kgs.

18.8.73.



417725

Conclusión

Los resultados obtenidos eran equivalentes a los de una tubería de hormigón reforzada de la clase 1,5Z (Especificaciones de Normas Australianas para tuberías de desagüe) que tuviera un espesor de pared de aproximadamente 12,25 cm y una resistencia de hormigón de aproximadamente 703 kgs/cm². Estas cifras pueden compararse con las del aro de ensayo de 9,3 cm de espesor, con una resistencia de hormigón de 351,5 kgs/cm².

10

EJEMPLO 3

Especificaciones del producto

Aro de tubería	138,75 cm de diámetro exterior
	120 cm de diámetro interior
	30 cm de longitud
Diámetro del alambre de pretensado	7,01 mm
Diámetro principal	132,5 cm
Diámetro menor	126,25 cm
Número de espiras de alambre	8 (paso de 3,7 cm)
Número de segmentos	4
Alambres tensados a 4000 kgs cada uno (60% U.T.S.)	
Agente antiadherente del alambre - Cera de silicona	
Alargamiento de los alambres debido al pretensado	19,05 mm
Presión interna de fluido en la transferencia	15,46 kgs/cm ²

15

20

25

18.8.73.



417725

Hormigón

Proporción de agregado a cemento 6:1

351,5 kgs/cm² a los dos días (cemento Fondu)

Método de expansión

- 5 Como en el Ejemplo 2. Las pérdidas debidas al rozamiento fueron, de nuevo, aproximadamente el 7%.

Método de ensayo

Como en el Ejemplo 2.

Resultados

- 10 La carga de fallo final fué de 6.480 kgs. No se produjeron grietas visibles con una carga de 2.880 kgs (carga mantenida durante 1 min.).

- 15 El posicionamiento de los alambres en este Ejemplo fué similar al del representado en la figura 4. Este ensayo indica que una tubería pretensada con considerablemente menos hormigón y que tenga una resistencia considerablemente menor (351 kgs/cm²) tenía una carga de fallo final superior de 6.480 kgs en comparación con la tubería reforzada de la clase 1,5Z antes mencionada.

- 20 En consecuencia, la tubería es más ligera y puede transportarse más fácilmente. Asimismo, se reducen los costes de fabricación, ya que el hormigón de baja resistencia es más fácil de colar y requiere una proporción inferior de cemento a agregado.

- 25 Haciendo referencia a la figura 6, el alambre



14 73

417725

puede pretensarse enrollándolo sobre un cilindro metálico segmentado resistente 40; este alambre se ancla y el cilindro se expande radialmente como, por ejemplo, mediante gatos hidráulicos 41. Así, se tensa el alambre y los espacios libres entre los segmentos se mantienen separados por tacos 42. Los gatos pueden retirarse luego y la fuerza aplicada por el alambre tensado se comunica a los tacos 42. El cilindro segmentado y el alambre tensado se colocan en un molde vertical similar al representado en la figura 1.

10 Naturalmente, no se requieren placas de peine en esta construcción. Al moldear y fraguar el hormigón, la tubería se retira del molde y se quitan los tacos, y la tensión del alambre se aplica entonces al hormigón. Los segmentos metálicos permanecen empotrados en el hormigón.

15 La presente solicitud, que corresponde a la presentada en Australia, el 10 de Agosto de 1972, bajo el Nº 36/72, se acoge a los beneficios del Artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

20

REIVINDICACIONES

25 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

18.8.73.

417725

17 NOV



recogen en las reivindicaciones siguientes:

1^a.- Un método de producir un tubo de hormigón, que comprende las operaciones de: recubrir de manera sustancialmente continua un tendón susceptible de ser
5 sometido a tensión con un agente antiadherente para permitir un movimiento circunferencial relativo de baja fricción entre el hormigón fraguado y un tendón sumergido, ins
talar al menos un tendón recubierto no sometido a tensión en un molde para tubos de hormigón antes del vertido del
10 hormigón, extendiéndose el tendón en esencia concéntrica-mente con respecto a las paredes del molde y estando asegurado a anclajes para el tendón situados dentro del molde, teniendo dicho molde al menos un divisor longitudinal de modo que el tubo que se ha de colar en él tenga al me-
15 nos una hendidura longitudinal, estando situadas partes de dicho tendón a ambos lados de dicha hendidura y estando conectadas entre sí a través de dicha hendidura, verter hormigón en dicho molde para sumergir prácticamente por
20 completo dicho tendón y dichos anclajes en dicho hormigón de modo que el hormigón rodee y se aplique en íntimo contacto al tendón recubierto para impedir un movimiento radial relativo del tendón y el hormigón después del fraguado del hormigón en el molde, expandir dicho tubo radial-
25 mente hacia fuera para producir dicho movimiento circunferencial relativo con baja fricción entre el tendón des-

ME

14-11-75

- 19 -



417725

pegado y el hormigón fraguado a fin de someter así a tensión al tendón y llenar la hendidura en dicho molde con un relleno para formar un cilindro tensado sustancialmente continuo.

2ª.- Un método según la reivindicación 1ª, en el que dicho tendón se dispone en forma de hélice.

3ª.- Un método de producir un tubo de hormigón.

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

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

Madrid, 17 NOV. 1975

P.A.

Oscar de Elizaburu
Por Poder.

15

ofe



417725

FIG.7.

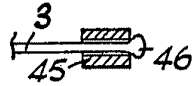


FIG.2.

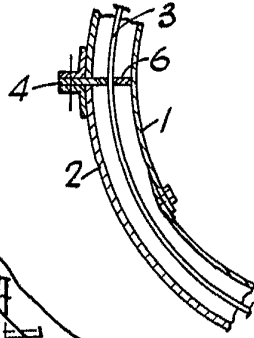


FIG.6.

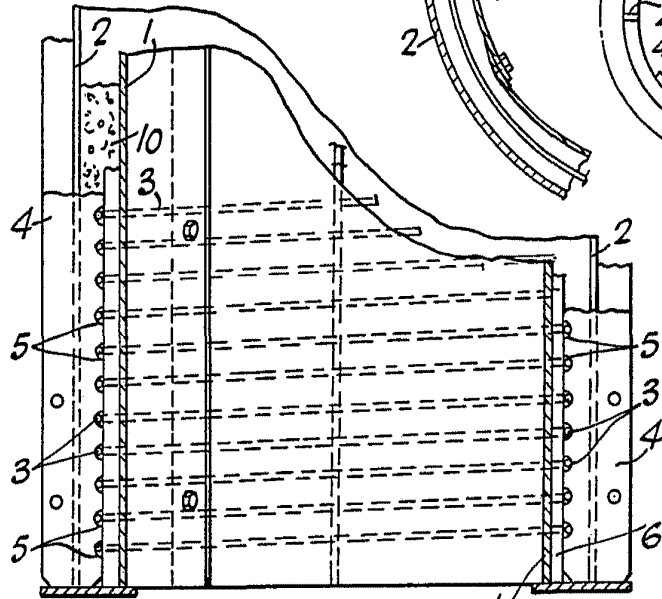
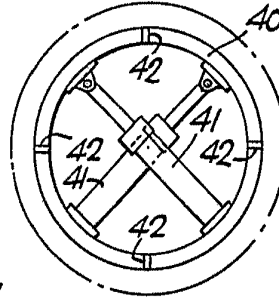


FIG.1.

FIG.5.

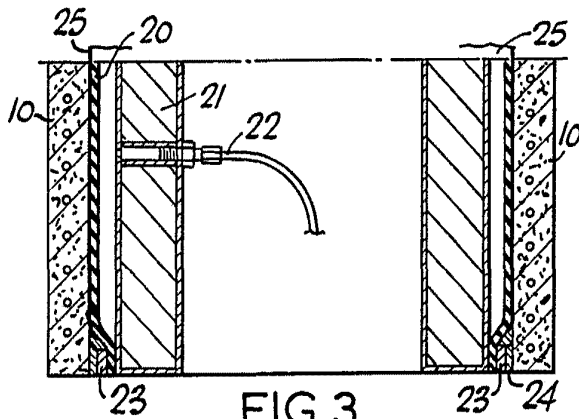
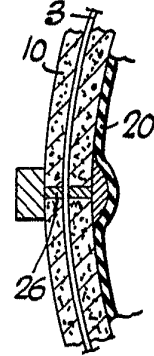
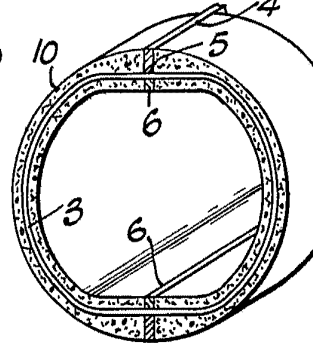


FIG.3.

FIG.4.



Carra