



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 339 390**

51 Int. Cl.:
E21D 11/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07011898 .9**

96 Fecha de presentación : **18.06.2007**

97 Número de publicación de la solicitud: **1870559**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **26.12.2007**

54 Título: **Método de revestimiento de un túnel con hormigón.**

30 Prioridad: **21.06.2006 AU 2006903352**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
19.05.2010

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
19.05.2010

73 Titular/es: **Minova Australia Pty. Limited**
Level 10 35 Spring Street
Melbourne Vic 3000, AU

72 Inventor/es: **Fergusson, David James**

74 Agente: **Carvajal y Urquijo, Isabel**

ES 2 339 390 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Método de revestimiento de un túnel con hormigón.

5 **Campo de la invención**

La presente invención está relacionada con la tunelización a través de la roca, sometida a la compresión, y en relación con un perno para roca de dos etapas, adecuado para su utilización en dicha tunelización.

10 **Antecedentes de la técnica**

En algunas localidades tales como en los Alpes en Europa, la formación de las rocas no es estática. En su lugar, en el caso en que un túnel se haya perforado a través de la roca, entonces la roca estará sometida a una "compresión". Esto significa que la roca es plástica hasta una cierta magnitud, y se desplaza bajo la fuerza o presión aplicada en la roca por los estratos superiores de forma tal que se pueda comprimir o reducir la sección transversal del túnel. Naturalmente, tales estratos de rocas están llenos de riesgos peligrosos para los obreros del túnel y se evitan normalmente. Como consecuencia de ello, los túneles para fines de transporte, o bien los túneles para fines mineros, no se construyen en tales estratos de rocas. Los documentos DE 3008727 A1, DE 3820700 A1, DE 2644329 A1, DE 3236569 A1 exponen cada uno de los mismos un método para realizar un revestimiento sectorial de un túnel que esté sometido a una compresión.

20 **Génesis de la invención**

La génesis de la invención es un deseo de proporcionar un método por el cual pueda ser llevada a cabo dicha tunelización.

Sumario de la invención

De acuerdo con la presente invención, se expone un método de preparación de un revestimiento de hormigón a través de la roca sometida a una compresión de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el mencionado método comprende las etapas de:

- (i) colocación de una pluralidad de placas separadas sobre el interior del mencionado túnel, en donde cada una de las mencionadas placas están fijadas mediante un perno para roca de dos etapas,
- (ii) permitir que la mencionada roca sometida a compresión deforme inicialmente los mencionados pernos para roca y hacer que dichas placas entren en contacto lateral,
- (iii) colocar los mencionados pernos para roca en un estado de tensión final, y
- (iv) utilizar las mencionadas placas de contacto lateral para incluyan, o soporten, el encofrado para el revestimiento mencionado de hormigón.

Los aspectos preferidos adicionales del método se encuentran reivindicados en las sub-reivindicaciones. El perno para roca de dos etapas adecuado para este método puede comprender un tendón, unos primeros medios adaptados para el anclaje en un agujero en la mencionada roca, y teniendo asociados unos medios de pinzado a través de los cuales pueda pasar el mencionado tendón por deformación, unos segundos medios de anclaje que incluyen unos medios de disparo y soportados por el mencionado tendón adyacente a los mencionados primeros medios de anclaje, y una liberación alargada que se extiende lateralmente a lo largo del mencionado tendón desde los mencionados medios de disparo más allá de la mencionada roca, en donde la mencionada liberación es operable para poder activar los mencionados medios de disparo para accionar por tanto los segundos medios de anclaje.

El perno para roca de dos etapas adecuado para este método puede comprender además una o más características siguientes:

el primer anclaje puede incluir una lechada de hormigón localizada entre el mencionado agujero y el mencionado tendón. El mencionado primer anclaje puede comprender un anclaje mecánico o puntual. Los mencionados medios de pinzado pueden comprender un tubo dividido longitudinalmente que tenga un interior restringido. El mencionado interior restringido puede tener una configuración generalmente en forma de "S". Los mencionados medios de pinzado puede estar localizados entre la punta del mencionado perno para roca y el mencionado primer anclaje. Los mencionados medios de pinzado pueden estar localizados en forma inmediatamente adyacentes y en contacto con el mencionado primer anclaje. La mencionada liberación alargada puede comprender una cuerda de tracción. Los mencionados medios de disparo pueden comprender un anillo dividido transversalmente, en donde dos porciones del mencionado anillo se solapan, e incluyendo dos pares de orificios alineados, y un pasador retenido en cada par de orificios alineados mediante un encaje por fricción, por lo que la extracción de cada pasador pueda activar los mencionados medios de disparo. Unos medios flexibles pueden presionar las mencionadas porciones separadas del anillo dividido. Los mencionados medios flexibles pueden comprender un anillo "O" en compresión. Los mencionados medios de

ES 2 339 390 T3

disparo pueden estar localizados entre la primera y segunda porciones co-operativas del mencionado segundo anclaje. Los mencionados medios de disparo al ser disparados pueden permitir que las mencionadas primera y segunda porciones co-operativas puedan comenzar su co-operación. La mencionada primera parte puede ser un barril que tiene un interior cónico y la mencionada segunda porción puede ser una cuña frustró-cónica que se acople con el mencionado interior cónico. El mencionado primer anclaje puede permitir la carga del mencionado tendón de aproximadamente 50 kN, y el segundo mencionado anclaje puede permitir una carga del mencionado tendón de aproximadamente 330 kN. El mencionado tendón puede ser un cable. El mencionado tendón puede ser sólido o macizo.

Para el tensado de dicho perno para roca de dos etapas se puede hacer uso de las etapas de:

- (i) instalar el mencionado perno para roca en un agujero ciego taladrado en la roca sujeta a compresión,
- (ii) activar un primer anclaje soportado en forma adyacente a la punta del mencionado perno para roca,
- (iii) permitir el tensado a una primera extensión a crear en el mencionado perno para roca,
- (iv) activar un segundo anclaje soportado en forma adyacente al mencionado primer anclaje, y
- (v) permitir una tensión en exceso de la primera extensión a crear en el mencionado perno para roca.

Con vistas al tensionado de dicho perno para roca de dos etapas, la mencionada tensión hasta una primera extensión mencionada puede crearse por la compresión y deformación de la roca del tendón del mencionado perno para roca. La mencionada tensión más allá de la mencionada primera extensión puede crearse por la compresión de la roca. La mencionada tensión más allá de la mencionada primera extensión puede crearse por la aplicación de una fuerza mecánica del tendón del mencionado perno para roca.

En relación con la presente invención se puede utilizar un método de un lechado de hormigón con un perno para roca en un agujero ciego, en donde un tubo de ventilación se encuentra localizado a lo largo del perno para roca, y que se extiende entre los extremos opuestos del agujero, para permitir el escape de aire desde el extremo cerrado del agujero conforme se inserta la lechada de hormigón en el extremo abierto del agujero, en donde el mencionado método comprende las etapas de:

- (i) insertar un circuito eléctrico dentro del mencionado tubo de ventilación, y que se extiende más allá del extremo del mismo,
- (ii) incluyendo el mencionado circuito eléctrico unos medios de indicación en el extremo abierto del mencionado agujero, y unos medios sensores en el mencionado extremo cerrado del mencionado agujero, en donde los mencionados medios sensores se activan por la mencionada lechada de hormigón al alcanzar los mismos, para indicar por tanto que la mencionada inserción de la lechada de hormigón deberá cerrarse.

En consecuencia, los mencionados medios sensores pueden comprender un par de contactos eléctricos y la mencionada lechada de hormigón puede ser eléctricamente conductora. El mencionado indicador puede comprender una fuente luminosa. Además de ello, la mencionada fuente luminosa incorporará al menos un diodo emisor de luz (LED).

Breve descripción de los dibujos

La presente invención se describirá a continuación con referencia a los dibujos adjuntos, en donde:

la figura 1 es una vista en sección transversal a través de un túnel, en donde se muestra la posición de unas placas de acero con antelación la compresión que tiene efecto,

la figura 2 es una vista similar a la figura 1, pero mostrando la posición de las placas de acero después de haber tenido efecto la compresión,

la figura 3 es una vista en sección transversal longitudinal a través de la punta de un primer perno para roca del tendón del cable de dos etapas,

la figura 4 es una vista en sección transversal longitudinal del extremo final del perno para roca de la figura 3,

la figura 5 es una vista similar a la figura 3, pero de un segundo perno para roca, y

la figura 6 es una sección transversal longitudinal truncada a través de un tercer perno, teniendo un tubo de ventilación preferido de la lechada de hormigón.

ES 2 339 390 T3

Descripción detallada

Tal como se observa en la figura 1, el túnel 1 se excava a partir de la roca 2, que es el sujeto de las fuerzas de compresión indicadas por las flechas A. Con el fin de evitar que se colapse el túnel 1, de acuerdo con la realización preferida de la presente invención, las placas de acero 4 se sitúan sobre la superficie interior del túnel, en donde cada una de las placas 4 se mantienen en posición por los medios de un perno para roca 5 de dos etapas. Cada perno para roca 5 se posiciona en un agujero ciego 6, el cual se taladra radialmente en la roca 2.

En la situación mostrada en la figura 1, con antelación a que se produzca la compresión, existe un pequeño espacio libre 8 entre cada una de las placas de acero 4. No obstante, en la situación mostrada en la figura 2, en donde la compresión ha comenzado y avanzado hasta un cierto grado, el movimiento de la roca 2 elimina realmente los espacios libres 8, de forma que las placas de acero entran en contacto lateralmente. Los pernos 5 para roca son unos pernos para roca de dos etapas, porque la primera etapa que surge inmediatamente después de la instalación de los pernos 5 para roca permite el pequeño movimiento perseguido de la roca 2 con el fin de que se realice la compresión hasta una extensión dada. Posteriormente, un vez que los espacios libres 8 se hayan eliminado, el perno para roca se tensa hasta su tensión final, lo cual se persigue para asegurar que no tenga lugar más compresión de la roca 2. En la condición ilustrada en la figura 2, las placas de acero 4 están en contacto lateral unas contra otras, formando así un límite adecuado, que puede utilizarse para el encofrado con un revestimiento de hormigón 9, indicado mediante líneas de trazos en la figura 2, y que se pretende que sea el soporte final para las paredes del túnel 1. Alternativamente, las placas de acero 4 pueden soportar el encofrado que se utiliza en la construcción de los revestimientos de hormigón 9.

Se observará que dependiendo de la naturaleza de la roca 2, las placas de acero 4 y los pernos para roca 5 pueden ser necesarios también sobre el suelo del túnel. No obstante, esto no se ilustra en las figuras 1 y 2 con el fin de no sobrecomplicar los diagramas.

Cada uno de los pernos 5 para roca en las figuras 1 y 2 tiene un extremo 11 inicial y un extremo de cola 12. En la figura 3 se ilustra una sección transversal longitudinal a través del extremo inicial 11 del primer perno 15 para roca. El perno 15 para roca tiene un tendón 16 formado a partir de un cable fabricado con alambres de acero. Una porción del tendón 16 en medio de dos arandelas anulares 17, 18 está provista con un tubo 19, por ejemplo hecha con material de plástico, tal como una tubería de riego extruida con polietileno de alta densidad (HDPE). El tendón 16 es capaz de deslizarse a través del tubo 19.

El tubo 21 de la lechada de hormigón pasa a través de la arandela de cola 17. Además de ello, el tubo secundario 22 pasa también a través de las arandelas 17 y 18 de los pernos, y una cuerda de tracción 223 pasa a través del tubo secundario 22.

La arandela inicial 18 está montada sobre un tubo de pinzado 25 (del tipo general ilustrado en la figura 3 de la patente de los EE.UU. número 7037046), que tiene un conducto interior restringido 26 que tiene substancialmente una forma en S. El tubo de pinzado 25 está dividido longitudinalmente, con el fin de que se forme a partir de dos porciones que se amordazan conjuntamente alrededor del tendón 16, y manteniéndose en posición por los medios de dos anillos de fijación 27, 28.

Contiguo con el tubo pinzado 25 se encuentra un barril 30 el cual tiene un interior cónico 31, el cual se acopla a la parte cónica sobre una cuña 40 frustro-cónica, que rodea el tendón 16. El extremo inicial del barril 30 está mecanizado con una ranura anular 33. Un fijador anular dividido transversalmente 34 tiene una brida 35 anular re-entrante, la cual está retenida en la ranura 33. Las dos partes del fijador anular 34 se solapan y están provistas con dos pares de de orificios alineados, en donde a través de cada par de los mismos queda retenido cada par con un pasador correspondiente 36A (figura 3 ó 36B de la figura 5) por los medios de un encaje por fricción. Dentro del fijador 34 queda retenido un anillo tórico en forma de O por compresión. Además de ello, el fijador 34 anular queda amortiguado sobre la cuña 40, y retiene la misma en posición con el diámetro interno del conducto a través de la cuña 40, siendo suficiente para permitir que el tendón 16 se deslice con respecto a la cuña 40. Una función importante del fijador 34 es mantener la separación entre el cono de bloqueo de la cuña 40 y el barril 30.

La cuerda de tracción 23 está bifurcada (figura 6) y una porción de la misma 23A está conectada al pasador 36A ilustrado en la figura 3. En el otro lado del aparato ilustrado en la figura 3, y por tanto no siendo visible en la figura 3, se encuentra otro pasador 36B (ilustrado en la figura 5) el cual está conectado a la otra porción 23B de la cuerda 23 de tracción bifurcada.

Volviendo ahora a la figura 4, se ilustra el extremo de cola 12 del perno para roca 15. El extremo de cola del tendón 16 pasa a través de una abertura central 42 en la placa de acero 4. En contacto contra la placa de acero 4 se encuentra un mecanismo de bloqueo convencional en la forma de un barril 130 internamente cónico, y una cuña 140 frustro-cónica, que son capaces de la fijación del tendón 16 para mantenerlo en tensión. El tubo 21 de la lechada de hormigón pasa a través de una abertura correspondiente en la placa 4, y se proporciona una abertura similar para la cuerda de tracción 23.

Después de haber sido taladrado el agujero ciego 6, el extremo frontal 11 del primer perno para roca 15 se hace pasar al agujero 6 hasta la extensión máxima permitida por la longitud del tendón 16. Las dos arandelas anulares 17 y 18 aseguran que el tendón 16 esté aproximadamente centrado en el agujero ciego 6, y definen también un espacio

ES 2 339 390 T3

interior en el cual se pueda bombear la lechada de hormigón en la dirección de las flechas B en la figura 4 y C en la figura 3. La lechada de hormigón rellena el volumen entre las dos arandelas 17 y 18, y por tanto proporciona un primer anclaje que retiene el tubo de pinzado 25 en posición. Posteriormente, el tendón 16 puede ser tensado ligeramente y bloqueándose por los medios del barril 130 y la cuña 140, completando por tanto el proceso de instalación.

Conforme la roca 22 comienza el proceso de su compresión, la placa de acero 4 se desplaza hacia la izquierda tal como se observa en la figura 4, incrementando por tanto la tensión dentro del tendón 16 y forzando el tendón 16 a través del conducto interior 26 del tubo de pinzado 25. Esto requiere que el tendón 16 sea deformado, y preferiblemente se deforme elásticamente, y típicamente que incremente su tensión 16 hasta aproximadamente 50 kN.

Una vez que las placas 4 estén juntas lateralmente según lo ilustrado en la figura 2, entonces el cordón de tracción 23 puede ser arrastrado manualmente con el fin de desalojar ambos pasadores 36A y 36B que retienen el fijador anular 34. Como consecuencia de ello, el fijador anular 34 que comprende ahora dos partes separadas radialmente se expande bajo la presión del anillo O flexible, permitiendo por tanto que la cuña 40 entre en el barril 30 bajo la influencia de la tensión dentro del tendón 16. Es decir, se permite que la cuña 40 y el barril 30 se acerquen conjuntamente por la ruptura del fijador 34, para formar un segundo anclaje que retenga con seguridad el tendón 16, y que sea capaz de soportar una tensión significativa, por ejemplo de hasta 300 kN. Como consecuencia de ello, que impedido el movimiento adicional de compresión de la roca 2, y las placas de acero 4 permanecen en su configuración de contacto lateral que se ilustra en la figura 2, no desplazándose más hacia dentro.

Si se desea, se puede crear la tensión significativa en el tendón 16 utilizando un gato hidráulico de cable sustancialmente convencional.

Un segundo perno para roca 5 se ilustra en la figura 5, y que tiene la forma de un perno 115 para roca, mostrándose solo el extremo inicial 111. El tendón 16, el cordón de tracción 23, el tubo de pinzado 25, el barril 30, el fijador anular 34 y la cuña 40 son iguales a lo anteriormente expuesto.

En lugar de formarse un primer anclaje a partir de la lechada de hormigón como en la figura 3, en la configuración de la figura 5 se proporciona un anclaje mecánico o puntual 50. El anclaje 50 comprende una carcasa exterior 51, que está dividida preferiblemente en forma longitudinal en tres porciones, y que tiene una superficie exterior aserrada 52. Situado dentro del armazón 51 se encuentra un casquillo de mordaza cónico, el cual está presionado hacia la izquierda, tal como se observa en la figura 5 por los medios de un resorte 54 retenido entre una arandela 55 y una tuerca 56. El casquillo de mordaza 53 está conformado para su acoplamiento con el tubo de pinzado 25. La tensión inicial creada dentro del tendón 16 a continuación de la instalación del perno para roca 115 expande el armazón 51, fijando el anclaje 50 con respecto al agujero ciego 6. Como consecuencia de ello, el tubo de pinzado 25 es fijo con respecto al agujero 6 de la misma forma que la lechada de hormigón de la figura 3 fija el tubo de pinzado 25 con respecto al agujero 6 en la realización de la figura 3.

En el extremo de cola del perno 115 para roca la configuración es la misma que la ilustrada en la figura 4, salvo que el tubo de la lechada de hormigón está ausente. En todos los demás temas, la operación del perno 115 para roca es la misma que la operación del perno 15 para roca.

En el tercer perno 215 para roca según lo ilustrado en la figura 6, el tendón 16, la placa 4, el barril 130 y la cuña 140 son como en la figura 4. De forma similar, las arandelas 17 y 18 y el tubo de pinzado 25 son también como en la figura 3. El tubo 21 de lechada de hormigón y el tubo secundario 22 con su cordón de tracción 23 son también como en la figura 3.

En la figura 6 se proporciona un tubo de ventilación 91 el cual se extiende a través de la placa 4 y a través de la arandela 18. Es decir, el extremo inicial del tubo de ventilación 91 termina en el espacio entre las dos arandelas 17, 18, el cual tiene que rellenarse con la lechada de hormigón (no ilustrado). Además de ello, el tubo de ventilación 91 tiene un par de alambres aislados 92, que discurren por la longitud del tubo de ventilación 91 y terminando en su extremo inicial en un par de contactos eléctricos 93. En el extremo de cola del perno 215 para roca, los alambres 92 terminan en una batería 98 y una luz 99 preferiblemente en la forma de un diodo de emisión de luz (LED).

Durante la operación, el aparato de la figura 6 funciona de la forma siguiente: la lechada de hormigón se bombea al interior del tubo de la lechada de hormigón 21 tal como se indica por la flecha B y sale por el tubo 21 de la lechada de hormigón entre las arandelas 17, 18 según lo indicado por la flecha C. Como consecuencia de ello, el aire es expulsado de entre las arandelas 17, 18 entrando en el tubo de ventilación 91, según lo indicado por la flecha D y saliendo del tubo de ventilación hacia la parte posterior de la placa 4, según lo indicado por la flecha E.

Si la longitud total del perno 215 fuera corta, por ejemplo 1-5 metros, cuando el espacio entre las arandelas 17, 18 estuviera lleno de la lechada de hormigón, dicha lechada saldría del tubo de ventilación 92 (según lo indicado por la flecha E), señalizando por tanto que no debería ser bombeado más cantidad de la lechada de hormigón al interior del tubo 21 de la lechada de hormigón. No obstante, cuando la longitud global del perno 215 para roca es mayor (típicamente de 3 metros aproximadamente, la resistencia del tubo de ventilación 92 al paso de la lechada de hormigón impide que este sencillo sistema pueda operar satisfactoriamente. En su lugar, la lechada de hormigón realiza su paso por uno o por ambas arandelas 17, 18 a los lugares en donde no se precisa, y la lechada de hormigón continúa bombeándose al interior del tubo 21 de la lechada de hormigón en busca de la señal necesaria de parada.

ES 2 339 390 T3

La mencionada señal de parada se proporciona por los cables 92. Cuando la lechada de hormigón alcanza los contactos separados 93, la lechada conduce una suficiente corriente eléctrica (la cual está basada preferiblemente en el agua) para poder activar el diodo LED. Esto señala que el bombeo de la lechada de hormigón deberá parar, porque el espacio entre las arandelas 17, 18 se encuentra ahora lleno de la lechada de hormigón. Se entenderá a este respecto que el tubo 21 de la lechada de hormigón la cuerda de tracción 223 y el tubo de ventilación 91 no están preferiblemente situados en una placa vertical según se indica en la figura 6, sino preferiblemente separados en forma radial con una separación aproximada de 120° con respecto al eje longitudinal del tendón.

Además de ello, los contactos 93 se colocan preferiblemente en la parte más superior del espacio situado entre las arandelas 17, 18 para asegurar que la lechada de hormigón que entra en esta parte del espacio alcanza los contactos 93 finalmente.

Lo anteriormente expuesto describe solo algunas formas del método de la presente invención pudiendo hacer modificaciones, obvias para los técnicos especializados en la técnica, sin desviarse del alcance de la presente invención. Por ejemplo, aunque el tendón 16 está provisto por los medios de un cable, el tendón 16 podría ser una barra maciza o un tubo.

El término “comprendiendo” (y sus variaciones gramaticales) se utiliza aquí en el sentido inclusivo de “incluir” o “teniendo”, y no en el sentido exclusivo de “consistiendo solo de”.

ES 2 339 390 T3

REIVINDICACIONES

5 1. Un método de preparación de un revestimiento de hormigón de un túnel a través de la roca, sujeto a la compresión, en donde el mencionado método comprende las etapas de:

(i) colocar una pluralidad de miembros (4) de soporte separados entre sí sobre el interior del mencionado túnel, en donde cada uno de los mencionados miembros están fijados por un perno para roca (15, 115, 215),

10 estando el mencionado método **caracterizado** además porque comprende las etapas de:

(ii) permitir la mencionada compresión de la roca para deformar inicialmente los mencionados pernos para roca y los mencionados miembros de tracción (4) para el contacto lateral,

15 (iii) colocar los mencionados pernos para roca en una condición final de tensado de dos etapas, y

(iv) utilizar los mencionados miembros de contacto lateral para poder comprender, o soportar, el encofrado para el mencionado revestimiento de hormigón (9), en donde los mencionados miembros de soporte son placas (4).

2. El método según la reivindicación 1, **caracterizado** porque comprende además la etapa de:

25 (v) formar el mencionado túnel (1).

3. El método según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado** porque tiene la etapa adicional de:

30 (vi) permitir la aparición de la mencionada condición de tensado final, a través de la compresión adicional de la mencionada roca.

4. El método según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado** porque tiene la etapa adicional de:

35 (vii) crear la mencionada condición de tensado final mediante el tensado del mencionado perno para roca.

5. El método según cualquiera de las reivindicaciones 1-4, **caracterizado** porque tiene el paso siguiente adicional de:

40 (viii) forzar el hormigón al interior del mencionado encofrado para crear el mencionado revestimiento de hormigón.

45

50

55

60

65

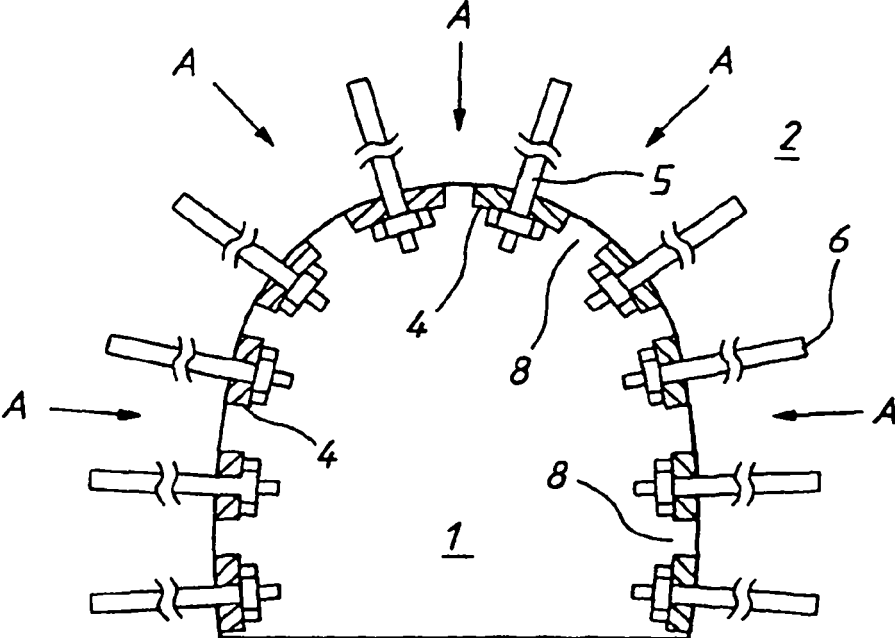


FIG. 1

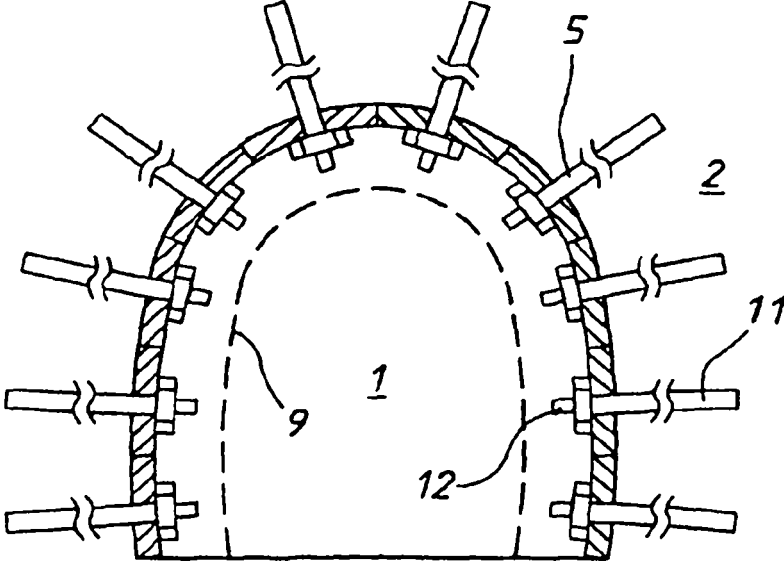


FIG. 2

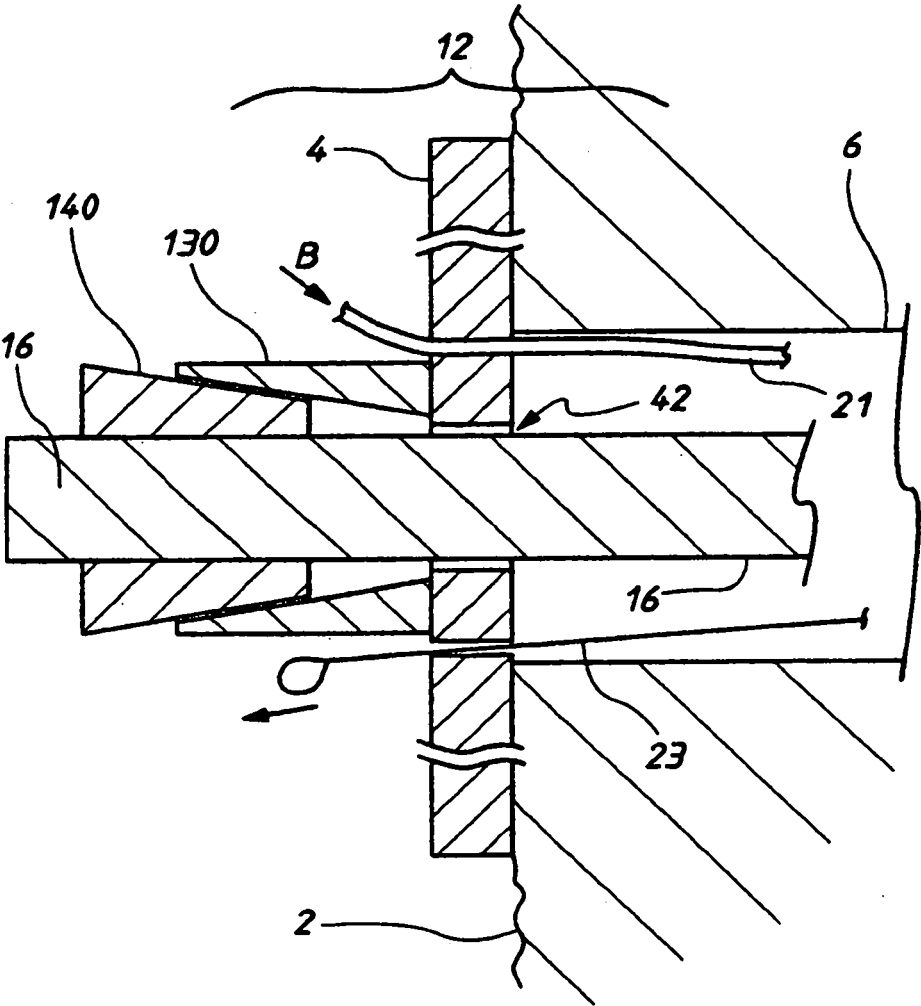


FIG. 4

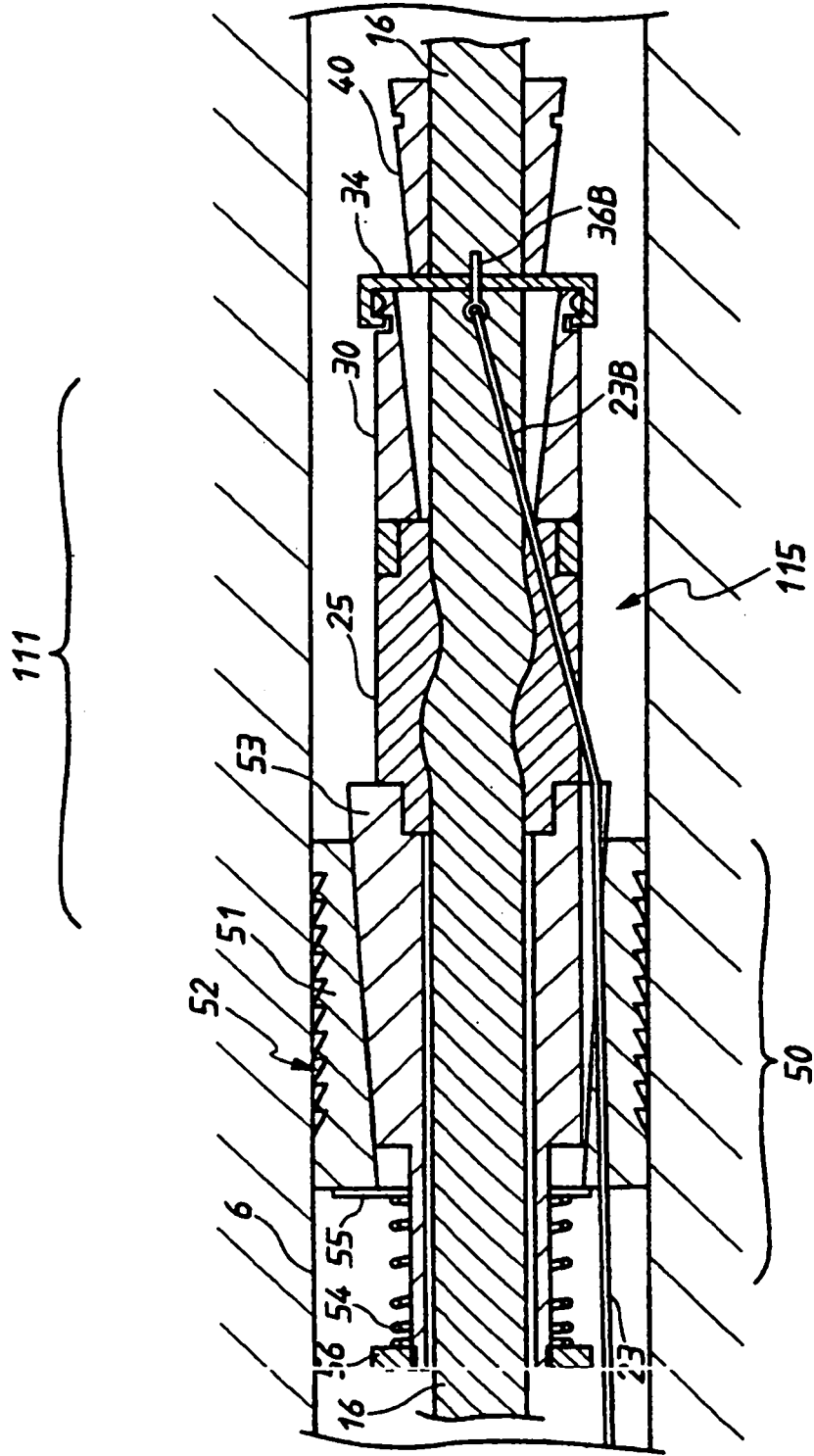


FIG. 5

