



República Federativa do Brasil  
Ministério do Desenvolvimento, Indústria  
e do Comércio Exterior  
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

**(21) PI 1102246-9 A2**



(22) Data de Depósito: 20/05/2011  
(43) Data da Publicação: 25/06/2013  
(RPI 2216)

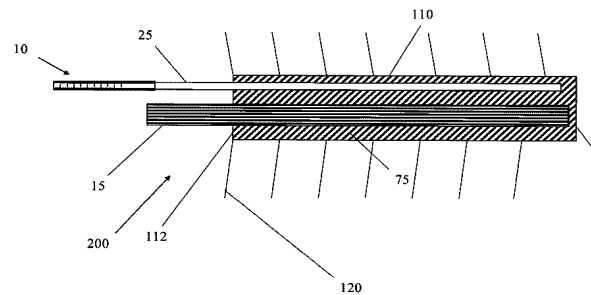
**(51) Int.Cl.:**  
E02D 3/12  
B28C 5/46  
E02D 29/02  
E04B 1/62

**(54) Título:** DISPOSITIVO E MÉTODO PARA ANCORAGEM DE CORDOALHA DE REFORÇO

**(73) Titular(es):** MINOVA INTERNATIONAL LTD

**(72) Inventor(es):** Horst-Peter Simon, Richard Stanton Mcclellan

**(57) Resumo:** DISPOSITIVO E MÉTODO PARA ANCORAGEM DE CORDOALHA DE REFORÇO. A presente invenção refere-se a um método para ancoragem de cordoalha de reforço em uma formação de terra usando um sistema de resina de múltiplas partes e um adaptador de injeção para uso em um método e ancoragem.



Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**DISPOSITIVO E MÉTODO PARA ANCORAGEM DE CORDOALHA DE REFORÇO**".

A presente invenção refere-se a um dispositivo e método para ancoragem de uma cordoalha de reforço em uma formação de terra.

5 Uma cordoalha de reforço é usada em mineração e em engenharia civil para suportar o solo ou formações rochosas para firmar a margem íngreme ou um teto, parede ou piso em uma mina ou túnel. Tipicamente, as cordoalhas de reforço são usadas para fixar formações de terra em condições desafiadoras tais como onde orifícios perfurados serão super  
10 dimensionados ou onde as formações serão fraturadas ou lavadas.

Cordoalhas de reforço são em geral ancoradas no lugar usando um sistema de injeção que é com base em cimento ou com base em polímero. É difícil se encontrar um sistema de injeção de que seja bombeado por um tempo suficiente, mas que então cure com rapidez suficiente e com uma  
15 resistência de cura inicial suficientemente forte para que a cordoalha de reforço seja eficaz sem suporte inicial adicional. A injeção de cimento de cordoalhas de reforço é frequentemente associada com itens de garantia de qualidade e controle de qualidade relacionados ao processo de injeção de cimento. A injeção de cimento é um procedimento relativamente complexo  
20 na medida em que é necessário se instalar um tubo de respiração e se bloquear a abertura do orifício com material fibroso para evitar escape do cimento injetado não curado. Tipicamente, quando uma cordoalha de reforço é usada com um cimento injetado, leva cerca de 24 horas para o cimento curar antes que trabalho adicional possa ser realizado na área da cordoalha de  
25 reforço.

Como uma alternativa para o sistema de injeção de cimento bombeável, é conhecido o uso de ancoragem de cartucho de resina. Entretanto, mesmo com parafusos de rocha padrão, a ancoragem de cartucho de resina não é eficaz em condições desafiadoras nas quais as cordoalhas de  
30 reforço são tipicamente usadas. Cordoalhas de reforço são menos adequadas para uso com cartuchos de resina pelo fato de que o mesmo é difícil de garantir que uma cordoalha de reforço não só perfure o cartucho de resina,

mas também misture o seu conteúdo de modo adequado.

Assim, há uma necessidade de um sistema de instalação rápido de cordoalha de reforço sem os longos retardos usuais associados com a cura da injeção de cimento. Um modo de aprimorar esta necessidade tem sido pesquisado.

De acordo com a presente invenção é proporcionado um adaptador de injeção adequado para injetar uma resina de múltiplos componentes em uma formação de terra em que o adaptador compreende um orifício de entrada de componente de resina, um misturador estático e um orifício de saída de resina misturada.

De acordo com a presente invenção é proporcionado um sistema compreendendo uma cordoalha de reforço, o adaptador de injeção de acordo com a presente invenção e um sistema de resina de múltiplas partes.

De acordo com a presente invenção é também proporcionada uma cordoalha de reforço fixada em uma formação de terra por um sistema de resina de múltiplas partes.

De acordo com a presente invenção é adicionalmente proporcionado um método de fixar uma cordoalha de reforço em um orifício perfurado em uma formação de terra cujo método compreende as etapas de:

proporcionar uma cordoalha de reforço, um tubo de injeção, e um adaptador de injeção de acordo com a presente invenção;

inserir a cordoalha de reforço e o tubo de injeção dentro do orifício perfurado de modo que uma extremidade do tubo de injeção é arranjada em ou próximo da extremidade distal do orifício perfurado;

conectar o adaptador de injeção ao tubo de injeção; e

bombear um sistema de resina de múltiplas partes através do adaptador de injeção e dentro do orifício perfurado de modo que o misturador estático do adaptador de injeção mistura o sistema de resina de múltiplas partes de modo que a resina curada fixa a cordoalha de reforço no orifício perfurado.

De acordo com a presente invenção é também proporcionado um túnel fixado em uma formação de terra com o que o túnel é fixado por

uma ou mais cordoalhas de reforço às quais são cada uma fixadas pelo sistema de resina de múltiplas partes curada.

Vantagens da presente invenção incluem que o uso do adaptador de injeção com a resina garante que a resina é bem misturada, proporcionando confiança de que o parafuso foi instalado adequadamente. Resinas de múltiplos componentes bombeáveis para ancoragem de cordoalhas de rocha proporcionam significantes vantagens em relação à resina de cartucho convencional e os sistemas de injeção de cimento onde o suporte rápido e facilmente adaptável é necessário para condições de terra desafiadoras. Isto ocorre pelo fato de que as resinas de múltiplos componentes são em geral de cura mais rápida do que sistemas de injeção de cimento. Usando o adaptador de injeção de acordo com a presente invenção, a resina é pré-misturada antes da mesma ser injetada dentro do orifício perfurado e assim a resina já se torna espessa e inicia a cura na medida em que a mesma está sendo injetada. Como um resultado, não é necessário se bloquear o orifício perfurado com material fibroso na medida em que a resina espessada não irá escapar a partir do orifício perfurado, mesmo quando o orifício estiver no telhado de um túnel. Na medida em que nenhum material fibroso é necessário, nenhum tubo de respiração é também necessário, simplificando o procedimento de instalação comparado ao aparafusamento de cabo com a injeção de cimento. Em geral, sistemas de resina de múltiplas partes conhecidos irão curar em menos do que uma hora, permitindo o revestimento e o tensionamento das cordoalhas de reforço muito mais rapidamente após a instalação das mesmas. O referido rápido processo de instalação permite que a face da rocha seja avançada muito mais rapidamente após a instalação. A rápida instalação permite que o trabalho na formação de terra seja continuado imediatamente, sem danos ou efeitos negativos às cordoalhas cimentadas. O ciclo de economia de tempo é de no mínimo 24 horas, que é o tempo de espera mínimo para que as pastas de cimento não retraiam.

Em algumas modalidades, o sistema de resina de múltiplas partes é um sistema de resina de duas partes em que a primeira parte do sis-

tema de resina compreende um isocianato e a segunda parte do sistema de resina compreende um silicato. Vantagens de usar um sistema de resina de duas partes compreendendo um pré-polímero de isocianato e um silicato incluem que o mesmo tem uma resistência de cura inicial suficiente para re-  
5 ter uma ancoragem de rocha em um orifício perfurado sem suporte adicional. O mesmo também tem um alto ponto de ignição, baixa inflamabilidade e um alto índice de oxigênio. Também, os tubos de fornecimento e bomba usados para a segunda parte do sistema de resina podem ser limpos usando água na medida em que o silicato é solúvel em água. O referido sistema de resina  
10 é de cura muito rápida na medida em que o mesmo se consolida em menos do que um minuto após bombear e permite o revestimento e tensionamento dos cabos em menos do que dez minutos após a instalação da cordoalha de reforço.

Em algumas modalidades, o sistema de resina de duas partes  
15 pode ser o sistema de resina de silicato de dois componentes vendido pela Minova Australia Pty Ltd sob a marca registrada "CARBOTHIX". Vantagens de se usar Carbothix® incluem as a seguir:

- É em uma proporção de volume de uma parte de silicato para duas partes de pré-polímero isocianato o que torna o bombeamento e a ma-  
20 nutenção da proporção mais fácil (mas pode ser usado em proporções de volume alternativas entre 1:1 e 1:3);
- Não incluem um material particulado de modo que não há partículas para obstruir a bomba ou outros trajetos usados para injetar um sistema de resina;
- Apresenta uma baixa viscosidade (aproximadamente 200-400  
25 cps) de modo que é fácil de bombear;
- Eliminação de armazenamento frio de resina de poliéster para estender vida de armazenamento;
- Quantidade de injeção variável para garantir o completo en-  
30 capsulamento do parafuso de rocha;
- O teste para isocianatos indicou que o mesmo não foi detectável ou significativamente abaixo dos limites limítrofes mínimos.

Em algumas modalidades, a proporção de volume dos componentes do sistema de resina de múltiplas partes pode ser selecionada de modo que a resina não cura completamente em menos tempo do que o necessário para bombear um sistema de resina dentro do orifício perfurado.

5 Na medida em que a proporção de volume pode ser selecionada pelo operador das bombas para o sistema de resina de múltiplas partes, é fácil para aquele versado na técnica determinar a proporção adequada na medida em que a pessoa versada estaria ciente de que o tempo de ajuste foi muito longo se quando o orifício foi preenchido, a resina não foi suficientemente espessada.

10 Também uma pessoa versada estaria ciente se o tempo de ajuste foi muito curto se a resina curou no orifício perfurado antes do orifício perfurado ter sido preenchido com a resina. A escolha da proporção dependeria de fatores tais como o tamanho do orifício perfurado em virtude da fragilidade da formação de terra ou da presença de fraturas ou de outras falhas, da

15 temperatura ambiente, pressão ou umidade, e/ou do tipo de formação de terra.

Em algumas modalidades, o misturador estático tem pelo menos 10 elementos. Por exemplo, o misturador estático pode ter a partir de 10 a 48 elementos; particularmente cerca de 30 elementos. Onde um sistema de resina é Carbothix®, um grande número de elementos é necessário para proporcionar mistura de alta energia. A mistura incompleta de Carbothix®

20 pode ser facilmente detectada pelo fato de que a resina espuma durante a cura.

Em algumas modalidades, a cordoalha de reforço pode ser adicionalmente fixada por uma rede de malha. Em algumas modalidades, a cordoalha de reforço pode ter qualquer característica que seja convencional em tecnologia de cordoalha de reforço e pode ter qualquer comprimento típico no campo de aparafusamento de cabo. O termo "formação de terra" se refere à massa de rocha, terra e/ou solo tal como pode ser encontrado em

30 uma barragem, pedreira, mina ou túnel.

A presente invenção será agora ilustrada com referência às figuras a seguir dos desenhos anexos os quais são proporcionados para ilustrar

a presente invenção reivindicada e não são pretendidos para limitar o âmbito de proteção:

**A figura 1** mostra uma vista esquemática de um adaptador de injeção de acordo com a presente invenção;

5 **A figura 2** mostra uma vista esquemática de um kit de acordo com a presente invenção;

**A figura 3** mostra uma vista esquemática de uma cordoalha de reforço fixada de acordo com a presente invenção; e

10 **A figura 4** mostra uma modalidade alternativa de uma ancoragem de rocha fixada de acordo com a presente invenção.

A figura 1 mostra um adaptador de injeção 10 de acordo com a presente invenção. O adaptador é na forma de um tubo tendo um corpo 20 o qual tem um orifício de entrada 30, um misturador estático 60 disposto no corpo 20 do tubo próximo do orifício de entrada 30, uma passagem interna 15 50 e um orifício de saída 40. O orifício de entrada 30 é em geral arranjado em uma extremidade do adaptador de injeção 10 e é adaptado a conectar a uma bomba de resina de múltiplos componentes. O orifício de saída 40 é em geral arranjado em uma extremidade do adaptador de injeção 10 e é adaptado para se conectar a um tubo de injeção. O adaptador de injeção 10 20 é em geral menos do que cerca de 1 metro de comprimento; tipicamente o mesmo é a partir de 40 cm a 60 cm de comprimento, por exemplo, cerca de 45 cm de comprimento.

A figura 2 mostra um kit 100 de acordo com a presente invenção. O kit 100 compreende um adaptador de injeção 10 como ilustrado na 25 figura 1, uma cordoalha de reforço 15, um tubo de injeção 25 e um sistema de resina de duas partes indicado em geral em 70. O sistema de resina de duas partes 70 contém uma primeira parte de isocianato 80 e uma segunda parte de silicato 90. A cordoalha de reforço 15 é a partir de 3 m a 10m de comprimento, por exemplo, 5 m de comprimento. O tubo de injeção 25 é 30 tipicamente a partir de 2 m a 5 m de comprimento, por exemplo, cerca de 3 m de comprimento.

A figura 3 mostra uma ancoragem de rocha fixada 200 de acordo

com a presente invenção. A figura 3 mostra uma formação de terra 120 na forma de uma parede de rocha. Um orifício perfurado 110 é mostrado na parede de rocha 120 na qual a cordoalha de reforço 15 foi fixada pelo sistema de resina de múltiplas partes curada 75. O sistema de resina de múltiplas partes 75 foi bombeado dentro do orifício perfurado 110 através do adaptador de injeção indicado em geral em 10 e do tubo de injeção 25.

O método para fixar uma cordoalha de reforço 15 em uma formação de terra 120 compreende as etapas a seguir. Após a formação de terra ter sido preparada, por exemplo, por escavação do túnel, um orifício é perfurado na formação de terra para formar um orifício perfurado 110. O orifício perfurado 110 tem uma extremidade proximal 112 que está na abertura do orifício e da extremidade distal 114. A cordoalha de reforço 15 é então inserida no orifício perfurado 110 com o tubo de injeção 25. O adaptador de injeção 10 é então conectado ao tubo de injeção 25 e a bomba de resina de múltiplas partes pode ser conectada ao adaptador de injeção 10 antes ou após a referida conexão ser feita. Então o sistema de resina de múltiplas partes 75 é bombeado através do adaptador de injeção 10 de modo que o misturador estático 60 no adaptador de injeção 10 ocasiona a íntima mistura das partes de um sistema de resina. Na medida em que o sistema de resina começa a espessar, o sistema de resina é bombeado através do tubo de injeção para preencher o orifício perfurado 110 a partir de sua extremidade distal. O sistema de resina de múltiplas partes 75 então cura para fixar a cordoalha de reforço 15 no lugar para estabilizar a formação de terra 120.

Em uma modalidade alternativa a cordoalha de reforço pode ter um invólucro mecânico para permitir o pré-tensionamento da cordoalha de reforço 15 antes da injeção do sistema de resina para encapsulação da cordoalha de reforço 15.

A figura 4 mostra um túnel de mina fixado 200. O túnel de mina tem uma largura de 5,0 m e uma altura de 5,3 m. o mesmo se encontra em uma formação de terra 205 que foi fixada em cada uma das paredes verticais 206, 207 por três ancoragens de rocha 220. O teto 208 foi fixado por cinco cordoalhas de reforço 220. Uma rede de malha de fio de metal 209 foi

proporcionada para adicionalmente firmar o túnel de mina 200.

### **EXEMPLO 1**

5           Teste de avaliação do método e do kit de acordo com a presente invenção foi conduzido como um sistema de suporte dinâmico para condições de solo agravadas incluindo tensão por arrebentamento.

Os testes foram realizados, nas veias de cobre de alta categoria onde a perfuração no minério macio e frágil pode criar significativo superdimensionamento do orifício.

10           Cordoalhas de reforço foram instaladas em locais de desafio na mina de cobre pelo método da presente invenção. Uma resina de rápida consolidação Minova Carbothix® com uma proporção de 1:1 de silicato para isocianato e um tempo de consolidação de cerca de 1 minuto foi usado com uma cordoalha de reforço de 5 m. Em algumas áreas, onde o orifício perfurado intersectou fratura de tensão ou migrou ao longo das características  
15           estruturais, houveram itens com orifícios não preenchidos completamente antes que as pressões de bombeamento tivessem aumentado significativamente, indicando que a resina curou. A referida foi uma ocorrência limitada com operadores treinados, mas uma solução foi necessária. Nas referidas áreas, uma resina Minova Carbothix® foi usada tendo um tempo de consoli-  
20           dação de 3 - 4 minutos.

### **EXEMPLO COMPARATIVO 2**

          Como uma comparação, as cordoalhas de reforço foram instaladas pelo método conhecido de injeção de cimento em um local similar ao Exemplo 1.

25           Cordoalhas de reforço de aço duplos de 16 mm foram usadas em orifícios de 3 - 10 metros de profundidade para o suporte de comprimem-  
to. Antes da cordoalha de reforço ser inserida dentro do orifício perfurado, um tubo de respiração de plástico foi fixado à cordoalha de reforço de modo que o tubo alcançou a extremidade distal do orifício perfurado. A cordoalha  
30           de reforço e o tubo de respiração foram impulsionados para dentro do orifício e um tubo de grande diâmetro de injeção de cimento foi instalado em cerca de 0,6 m dentro do orifício. Toda a abertura em torno da cordoalha de refor-

ço, tubo de injeção de cimento e tubo de respiração foi então embalada com materiais fibrosos e espuma em spray para evitar que o cimento escorresse para fora do orifício. O orifício foi então bombeado com cimento a partir da abertura do orifício. Quando o cimento alcançou a extremidade do orifício, o mesmo foi forçado de volta para baixo no tubo de respiração. Uma vez que o cimento foi detectado na extremidade proximal do tubo de respiração, a bomba de cimento foi parada. Um período de mínimo de 24 horas foi necessário para o cimento curar antes da cordoalha de reforço poder ser revestido e tensionado em aproximadamente 10 t.

10                   Pode portanto, ser observado que o método conhecido é muito mais complicado do que o método da presente invenção e é mais demorado. Usando o adaptador de injeção de resina de acordo com a presente invenção se elimina a necessidade de tubos de respiração (na medida em que o orifício perfurado é preenchido a partir de trás pra frente). Não há necessidade de obstruir a abertura perfurada do orifício na medida em que a resina é tixotrópica e não irá vazar de orifícios verticais equilibrados. A resina é enviada em uma proporção de volume consistente a partir da bomba, preenche vazios, consolida solo fraturado e cura imediatamente para permitir o revestimento e o tensionamento em 10 minutos.

### 20   **EXEMPLO 3**

                  Em testes, foi observado que onde o sistema de resina de duas partes 70 é Carbothix®, a a ruptura por punção é 75% maior após 6 minutos do que aquele obtido ao se usar a versão não bombeável da resina de poliéster. Após 10 minutos, a ruptura por punção é 100% maior. Carbothix® foi observado ter uma temperatura exotérmica máxima média na mistura de 25 97°C com um tempo de cura de cerca de 4 minutos, indo de encontro às necessidades de MDG 3006 MRT8 (Draft, Janeiro de 2007) Seção 5.1 a) para temperatura exotérmica máxima. Foi também observado se encontrar o MDG 3006 MRT 8 (Draft, Janeiro de 2007) Seção 5.1 b), c), d), e) e f) requisitos para resistência elétrica, resistência a fogo (após ser exposto a uma chama de queimador por 60 segundos, a persistência da chama em uma amostra de Carbothix foi de no máximo 2 segundos mostrando a baixa in-

flamabilidade), propagação de fogo, ponto de ignição (em testes, não foi possível se determinar o ponto de ignição no sentido de que o mesmo foi superior a 100°C) e caracterização química dos componentes de resina, respectivamente.

- 5 Foi observado que o sistema de injeção de resina Minova garante a completa encapsulação do parafuso, eliminando questões de se os cartuchos de resina foram misturados adequadamente permitindo que o parafuso se consolide por configuração.

#### EXEMPLO 4

- 10 As propriedades de um sistema de resina de duas partes 70 usando Carbothix® foram comparadas com aquelas para Minova Australia Pty Ltd product, Geoflex®. Os resultados obtidos são mostrados na Tabela 1 abaixo a partir da qual pode ser visto que Carbothix® exibiu maior vigor de ruptura por punção e resistência à flexão em todos os momentos após a cura.
- 15 ra.

Tabela 1

	Proporção	Tempo de gel	Flexão 15 min	Ruptura por punção 15 min	Flexão 1 hora	Esforço transversal 1 hora	Flexão 24 horas	Esforço transversal 24 horas
Geoflex	1:1	85"	0,6 MPa	9,50 MPa	3 MPa	13,6 MPa	9,25 MPa	17,65 MPa
Carbothix	1:2	55"	4,52 MPa	24,52 MPa	13,6 MPa	26,12 MPa	16,23 MPa	29,93 MPa

## REIVINDICAÇÕES

- 5           1. Adaptador de injeção adequado para injetar uma resina de múltiplos componentes em uma formação de terra em que o adaptador compreende um orifício de entrada de componente de resina, um misturador estático e um orifício de saída de resina misturada.
2. Adaptador, de acordo com a reivindicação 1, em que o misturador estático tem pelo menos 10 elementos.
- 10           3. Sistema compreendendo uma cordoalha de reforço, o adaptador de injeção e acordo com a reivindicação 1 e um sistema de resina de múltiplas partes.
4. Sistema, de acordo com a reivindicação 3, em que o sistema de resina de múltiplas partes é um sistema de resina de duas partes em que a primeira parte do sistema de resina compreende um isocianato e a segunda parte do sistema de resina compreende um silicato.
- 15           5. Sistema, de acordo com a reivindicação 4, em que o sistema de resina de duas partes é CARBOTHIX.
6. Método de fixar uma cordoalha de reforço em um orifício perfurado em uma formação de terra, cujo método compreende as etapas de:
- 20           proporcionar uma cordoalha de reforço, um tubo de injeção, e um adaptador de injeção de acordo com o definido na reivindicação 1;
- inserir a cordoalha de reforço e o tubo de injeção dentro do orifício perfurado de modo que uma extremidade do tubo de injeção é arranjada em ou próximo da extremidade distal do orifício perfurado;
- conectar o adaptador de injeção ao tubo de injeção; e
- 25           bombear um sistema de resina de múltiplas partes através do adaptador de injeção e dentro do orifício perfurado de modo que o misturador estático do adaptador de injeção mistura o sistema de resina de múltiplas partes de modo que a resina curada fixa a cordoalha de reforço no orifício perfurado.
- 30           7. Método, de acordo com a reivindicação 6, em que o sistema de resina de múltiplas partes é um sistema de resina de duas partes em que a primeira parte do sistema de resina compreende um isocianato e a segun-

da parte do sistema de resina compreende um silicato.

8. Método, de acordo com a reivindicação 6, em que o sistema de resina de duas partes é CARBOTHIX.

5 9. Método, de acordo com a reivindicação 6, o qual adicionalmente compreende a etapa de fixar a cordoalha de reforço com uma rede de malha.

10 10. Método, de acordo com a reivindicação 6, em que o termo formação de terra é uma massa de rocha, terra e/ou solo tal como pode ser observado em uma barragem, pedreira, mina ou túnel.

10 11. Cordoalha de reforço fixada em uma formação de terra por um sistema de resina de múltiplas partes.

12. Cordoalha de reforço, de acordo com a reivindicação 11, que é fixada por um método de acordo com a reivindicação 6.

15 13. Túnel fixado em uma formação de terra com o que o túnel é fixado por uma ou mais cordoalhas de reforço que são cada uma das quais, fixada por um sistema de resina de múltiplas partes curada.

14. Túnel fixado, de acordo com a reivindicação 13, que é fixado por cordoalhas de reforço que são fixadas por um método como definido na reivindicação 6.

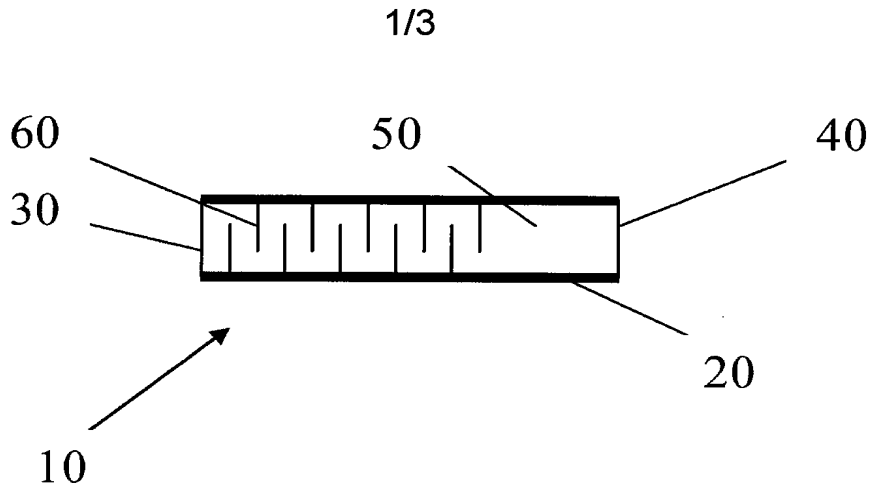


FIG. 1

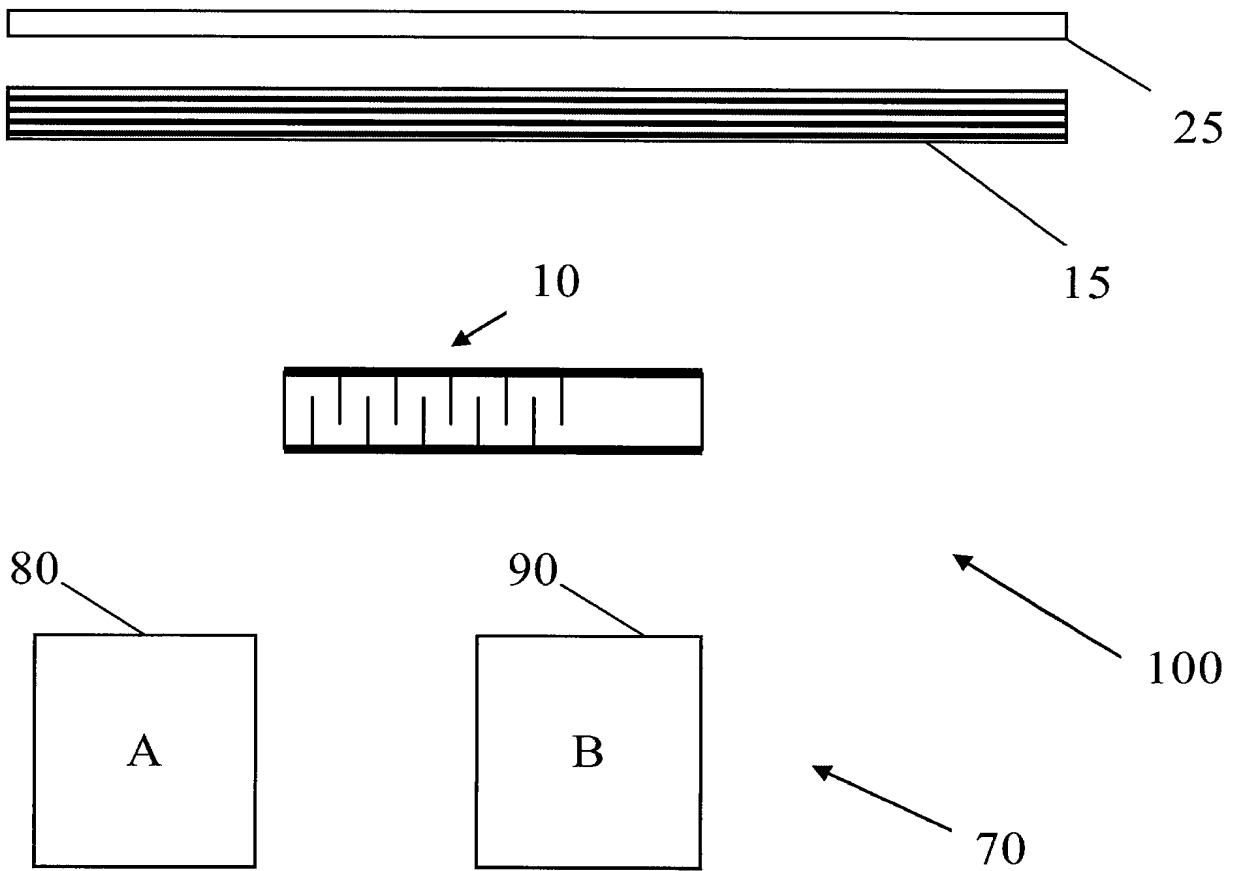


FIG. 2

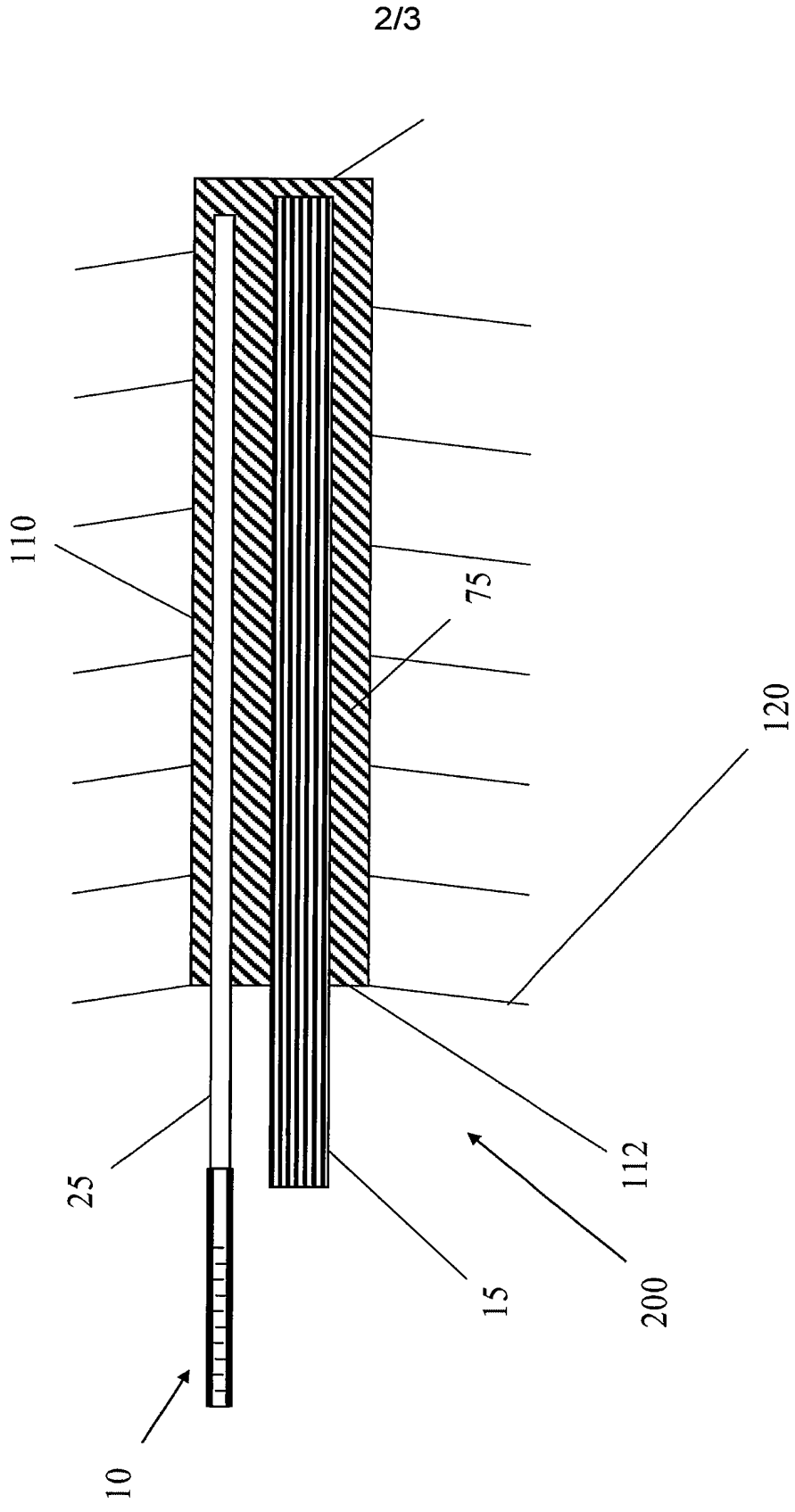


FIG. 3

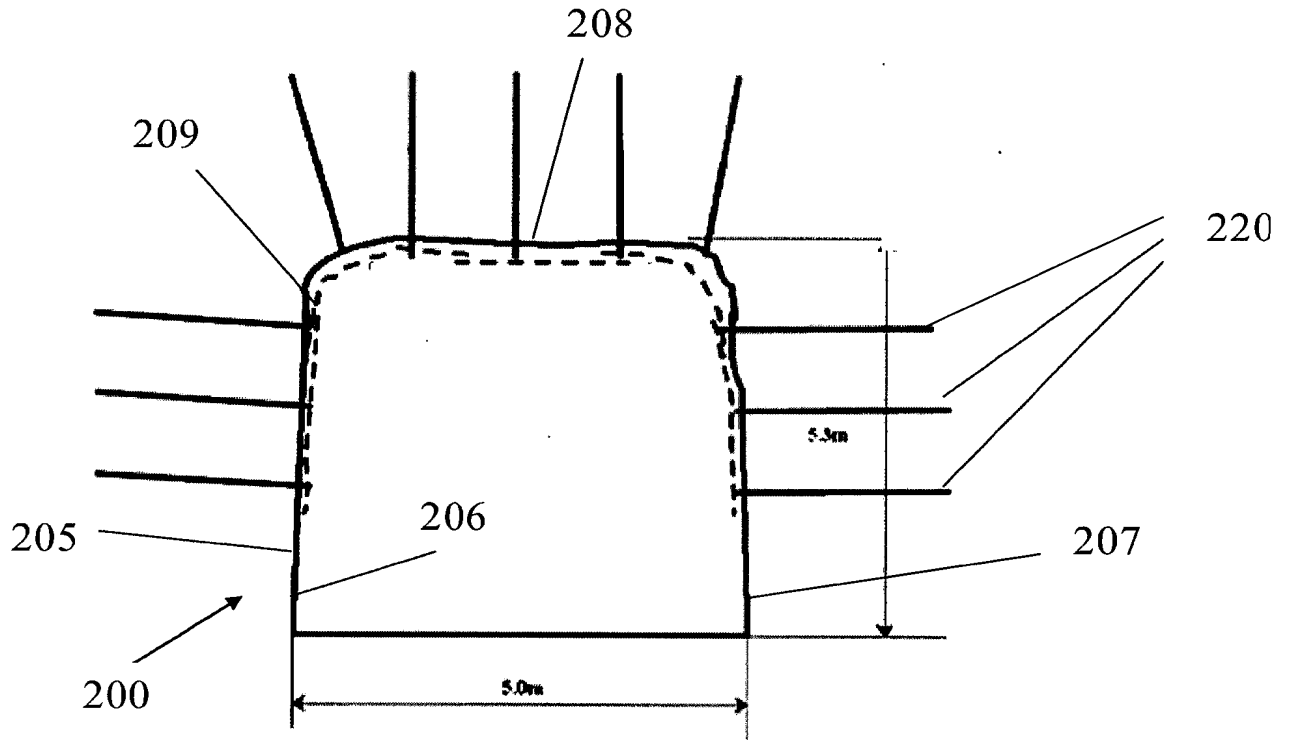


FIG. 4

## RESUMO

Patente de Invenção: "**DISPOSITIVO E MÉTODO PARA ANCORAGEM DE CORDOALHA DE REFORÇO**".

5 A presente invenção refere-se a um método para ancoragem de cordoalha de reforço em uma formação de terra usando um sistema de resina de múltiplas partes e um adaptador de injeção para uso em um método de ancoragem.