



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103069109 A

(43) 申请公布日 2013.04.24

(21) 申请号 201180038823.8

代理人 顾红霞 彭会

(22) 申请日 2011.08.10

(51) Int. Cl.

(30) 优先权数据

E21D 21/00 (2006.01)

61/372,210 2010.08.10 US

E21D 20/02 (2006.01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

2013.02.06

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2011/047198 2011.08.10

(87) PCT申请的公布数据

W02012/021588 EN 2012.02.16

(71) 申请人 FCI 特拉华控股有限公司

地址 美国特拉华州

(72) 发明人 詹姆斯·D·小霍尔

弗雷德·斯塔福德

约翰·G·奥尔德森

达科塔·福克纳

(74) 专利代理机构 北京天昊联合知识产权代理

有限公司 11112

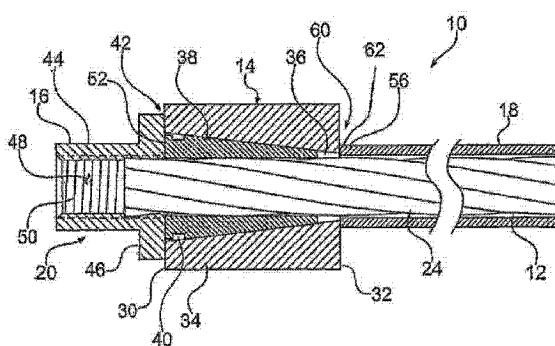
权利要求书2页 说明书5页 附图6页

(54) 发明名称

全长注浆钢丝绳锚杆

(57) 摘要

一种全长注浆钢丝绳锚杆，包括：钢丝绳，其具有第一端和第二端；和筒楔组件，其在与所述钢丝绳的第一端相邻的位置处与所述钢丝绳连接。所述筒楔组件具有第一端和第二端。所述钢丝绳锚杆还包括螺母，所述螺母位于与所述筒楔组件的第一端相邻的位置处，并限定所述螺母与所述筒楔组件的第一端之间的密封界面。所述螺母限定与所述钢丝绳流体连通的通道。



1. 一种钢丝绳锚杆,包括:

钢丝绳,其具有第一端和第二端;

筒楔组件,其在与所述钢丝绳的第一端相邻的位置处与所述钢丝绳连接,所述筒楔组件具有第一端和第二端;以及

螺母,其位于与所述筒楔组件的第一端相邻的位置处,并限定所述螺母与所述筒楔组件的第一端之间的密封界面,所述螺母限定与所述钢丝绳流体连通的通道。

2. 如权利要求1所述的钢丝绳锚杆,还包括:

加强件,其具有第一端和第二端,所述加强件接收所述钢丝绳的一部分,所述加强件位于与所述筒楔组件的第二端相邻的位置处,并且限定所述加强件与所述筒楔组件的第二端之间的密封界面。

3. 如权利要求1所述的钢丝绳锚杆,其中,

所述钢丝绳包括多股钢丝绳,所述多股钢丝绳的股线限定多个间隙。

4. 如权利要求2所述的钢丝绳锚杆,其中,

第一o形环位于所述螺母和所述筒楔组件的第一端之间,第二o形环位于所述加强件和所述筒楔组件的第二端之间。

5. 如权利要求1所述的钢丝绳锚杆,其中,

所述螺母与所述筒楔组件的第一端通过围绕所述螺母的周向延伸的焊接固定。

6. 如权利要求2所述的钢丝绳锚杆,其中,

所述筒楔组件包括:

壳体,其限定通道;以及

多个楔块,其位于所述壳体的通道内,

其中,所述加强件具有螺纹部分,所述螺纹部分由所述壳体的相应螺纹部分接收。

7. 如权利要求1所述的钢丝绳锚杆,其中,

所述筒楔组件包括:

壳体,其限定通道;以及

多个楔块,其位于所述壳体的通道内,

其中,所述壳体的外表面限定环形槽。

8. 如权利要求1所述的钢丝绳锚杆,其中,

所述螺母包括主体,所述主体具有从所述主体径向向外延伸的凸缘,所述螺母的通道延伸穿过所述主体。

9. 如权利要求8所述的钢丝绳锚杆,其中,

所述螺母包括位于所述螺母的通道内的螺纹部分。

10. 如权利要求2所述的钢丝绳锚杆,还包括:

环,其套在所述加强件和所述钢丝绳上,所述环固定到所述筒楔组件的第二端并且限定环形槽,所述环的环形槽接收o形环,所述o形环与所述加强件接合。

11. 如权利要求2所述的钢丝绳锚杆,还包括:

垫圈和管,所述垫圈和管套在所述加强件和所述钢丝绳上,并且构造为在安装时限制浆液在钻孔内流动。

12. 如权利要求2所述的钢丝绳锚杆,还包括:

膨胀组件,其具有膨胀锚和膨胀塞,所述膨胀组件安装在所述加强件的螺纹部分上。

13. 如权利要求 11 所述的钢丝绳锚杆,还包括 :

支承板,其位于所述筒楔组件和所述管之间。

14. 如权利要求 12 所述的钢丝绳锚杆,还包括 :

垫圈和管,所述垫圈和管套在所述加强件和所述钢丝绳上,并且构造为在安装时限制浆液在钻孔内的流动;以及

支承板,其位于所述筒楔组件和所述管之间。

15. 一种安装钢丝绳锚杆的方法,包括如下步骤 :

将钢丝绳锚杆插入钻孔内,所述钢丝绳锚杆包括多股钢丝绳、筒楔组件和限定了通道的螺母,所述多股钢丝绳限定了各股钢丝绳之间的多个间隙;以及

将浆液输送到所述螺母的通道,使浆液穿过各股钢丝绳之间的多个间隙并进入钻孔。

16. 如权利要求 15 所述的方法,还包括 :

旋转钢丝绳锚杆以使设置在所述钢丝绳锚杆上的膨胀组件膨胀,从而使所述膨胀组件与钻孔附近的岩层接合。

17. 如权利要求 15 所述的方法,其中,

所述浆液包括聚氨酯树脂。

18. 如权利要求 15 所述的方法,还包括 :

将浆液注入到与钻孔相邻的岩层中的裂缝中。

19. 如权利要求 18 所述的方法,其中,

以至少约 4000psi 的压力输送浆液。

20. 如权利要求 15 所述的方法,其中,

所述浆液包括聚氨酯树脂。

## 全长注浆钢丝绳锚杆

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求 2010 年 8 月 10 日提交的美国临时申请 No. 61/372,210 的优先权，该美国临时申请的全文通过引用并入本文。

### 技术领域

[0003] 本发明涉及一种全长注浆钢丝绳锚杆，特别是适于通过钢丝绳接收浆液并且锚定在矿顶钻孔内的钢丝绳锚杆。

### 背景技术

[0004] 在采矿业里使用钢丝绳锚杆是因为钢丝绳锚杆便于搬运和安装。与常规的钢筋锚杆系统里的细长钢筋相比，钢丝绳锚杆更容易装入钻孔内。不管矿井里存在什么样的高度限制，钢丝绳锚杆由于其柔性都能适用于任何长度的钻孔。钢丝绳的强度性能超过常规的钢筋锚杆的强度性能，因此，钢丝绳是某些矿顶条件下的优选加固件。

[0005] 钢丝绳锚杆通常是这样安装的：将包括催化剂和粘合剂材料的树脂筒放到钻孔的封闭端，将钢丝绳锚杆插入到钻孔中以便用钢丝绳锚杆的上端撕开树脂筒，树脂流入钻孔和钢丝绳锚杆之间的环带，旋转钢丝绳锚杆以混合树脂催化剂和粘合剂，使树脂围绕钢丝绳锚杆凝固。在这种钢丝绳锚杆中，树脂通常凝固在位于钻孔封闭端的钢丝绳锚杆的上部。

[0006] 在安装矿顶锚杆时，有时可能希望将接收在钻孔内的锚杆的整个长度全部注浆，以便提供更好的防腐蚀保护和 / 或使锚杆更好地锚定到周围的岩层里。

### 发明内容

[0007] 在一个实施例中，钢丝绳锚杆包括：钢丝绳，其具有第一端和第二端；和筒楔组件，其在与钢丝绳的第一端相邻的位置处与钢丝绳连接。所述筒楔组件具有第一端和第二端。所述钢丝绳锚杆还包括螺母，所述螺母位于与所述筒楔组件的第一端相邻的位置处，并限定所述螺母与所述筒楔组件的第一端之间的密封界面。所述螺母限定与所述钢丝绳流体连通的通道。

[0008] 所述钢丝绳锚杆还可以包括：加强件，其具有第一端和第二端，所述加强件接收所述钢丝绳的一部分，所述加强件位于与所述筒楔组件的第二端相邻的位置处，并限定所述加强件与所述筒楔组件的第二端之间的密封界面。所述钢丝绳可以是多股钢丝绳，所述多股钢丝绳的股线可以限定多个间隙。第一 o 形环可位于所述螺母和所述筒楔组件的第一端之间，第二 o 形环可位于所述加强件和所述筒楔组件的第二端之间。所述螺母与所述筒楔组件的第一端通过围绕所述螺母的周向延伸的焊接固定。所述筒楔组件可包括限定通道的壳体和位于所述通道内的多个楔块，所述加强件可具有由所述壳体的相应螺纹部分接收的螺纹部分。所述筒楔组件的壳体的外表面可限定环形槽。所述螺母可包括主体，所述主体具有从所述主体径向向外延伸的凸缘，所述螺母的通道可延伸穿过所述主体。所述螺母可包括位于所述螺母的通道内的螺纹部分。

[0009] 所述钢丝绳锚杆也可包括：环，其套在所述加强件和钢丝绳上，所述环固定到所述筒楔组件的第二端并且限定环形槽。所述环的环形槽接收与所述加强件接合的O形环。垫圈和管可套在所述加强件和所述钢丝绳上，所述垫圈和管构造为在安装时限制浆液在钻孔内的流动。所述钢丝绳锚杆还可包括具有膨胀锚和膨胀塞的膨胀组件，所述膨胀组件安装在所述加强件的螺纹部分上。支承板可位于所述筒楔组件和所述管之间。

[0010] 在另一个实施例中，一种安装钢丝绳锚杆的方法包括：将钢丝绳锚杆插入钻孔内。所述钢丝绳锚杆包括多股钢丝绳、筒楔组件和限定了通道的螺母。所述多股钢丝绳限定了各股钢丝绳之间的多个间隙。所述方法还包括：将浆液输送到所述螺母的通道，使浆液穿过各股钢丝绳之间的多个间隙并进入钻孔。

[0011] 所述方法还可以包括：旋转钢丝绳锚杆以使设置在所述钢丝绳锚杆上的膨胀组件膨胀，从而使所述膨胀组件与钻孔附近的岩层接合。浆液可以是聚氨酯树脂。所述方法还可包括：将浆液注入到与钻孔相邻的岩层中的裂缝中。可以至少约4000psi的压力输送浆液。

## 附图说明

- [0012] 图1是根据本发明的一个实施例的钢丝绳锚杆的侧视图。
- [0013] 图2是图1中的钢丝绳锚杆的第一端的局部剖视图。
- [0014] 图3是图1中的钢丝绳锚杆的第一端的俯视图。
- [0015] 图4是根据本发明的另一个实施例的钢丝绳锚杆的第一端的局部剖视图。
- [0016] 图5是根据本发明的另一个实施例的钢丝绳锚杆的第一端的局部剖视图。
- [0017] 图6是根据本发明的另一个实施例的钢丝绳锚杆的第一端的局部剖视图。
- [0018] 图7是图1中的钢丝绳锚杆的侧视图，示出了钢丝绳锚杆的安装。
- [0019] 图8是根据本发明的另一个实施例的钢丝绳锚杆的立体图。
- [0020] 图9是图8中的钢丝绳锚杆的侧视图。
- [0021] 图10是图8中的钢丝绳锚杆的侧视图，示出了钢丝绳锚杆的安装。
- [0022] 图11是根据本发明的另一个实施例的钢丝绳锚杆的立体图。
- [0023] 图12是图11中的钢丝绳锚杆的侧视图。

## 具体实施方式

[0024] 在下面的描述中，术语“上”、“下”、“右”、“左”、“竖直”、“水平”、“顶部”、“底部”及其派生词，应根据本发明在附图中的取向来理解。然而，应该理解，除非另有明确相反的说明，本发明可以采用各种可选变型和步骤顺序。还应该理解，在附图中示出和在下面的说明书中描述的具体装置和方法仅仅是本发明的示例性实施例。因此，与本文公开的实施例有关的具体尺寸和其他物理特性不被认为是限制性的。

[0025] 参考图1-3，作为一个实施例的钢丝绳锚杆10包括：多股钢丝绳12，筒楔组件14，螺母16，和加强件18。钢丝绳12包括第一端20和第二端22，并可以是七股类型的钢丝绳，其具有中心股线和包围中心股线的以相同螺距螺旋缠绕的六个外层股线，所述螺距为钢丝绳的公称直径的12倍和16倍之间，可以为0.7英寸。多股钢丝绳12的股线24限定多个间隙26。此外，还限定了位于钢丝绳12外部与螺母16、筒楔组件14和加强件18之间的间

隙 28。筒楔组件 14 在与钢丝绳 12 的第一端 20 相邻的位置处与钢丝绳 12 连接。筒楔组件 14 具有第一端 30 和第二端 32，并包括大致圆柱形的壳体 34。筒楔组件 14 的壳体 34 限定通道 36，通道 36 接收多个楔块 38。筒楔组件 14 是用于承受钢丝绳锚杆的负荷要求的公知装置。多个楔块 38

[0026] 可以是两件或三件式的结构。在安装之前，楔块 38 至少最初可以用接收在槽 40 内的带(未示出)保持在一起。

[0027] 螺母 16 位于与筒楔组件 14 的第一端 30 相邻的位置，并限定了螺母 16 和筒楔组件 14 之间的密封界面 42。螺母 16 包括主体 44，主体 44 具有从主体 44 径向向外延伸的凸缘 46。螺母 16 的主体 44 限定通道 48，通道 48 沿主体 44 的纵向延伸穿过主体 44。螺母 16 的通道 48 接收钢丝绳 12 的第一端 20，并与间隙 26、28 流体连通。可以通过将螺母 16 压接在钢丝绳 12 上或通过任何其它合适的紧固装置，来将螺母 16 固定到钢丝绳 12 的第一端 20。螺母 16 还包括内螺纹部分 50。具体地说，内螺纹部分 50 设置在螺母 16 的主体 44 的通道 48 内，并适于接收用于引入浆液的配件的对应螺纹部分(未示出)。螺母 16 的外表可以是多边形(四边形或六边形)或类似形状，以便能够被常规的矿顶锚杆安装设备(未示出)接收。此外，可在螺母 16 和筒楔组件 14 的第一端 30 之间的 52 处设置 o 形环(未示出)，或者螺母 16 可焊接到筒楔组件 14 上，以便提供螺母 16 和筒楔组件 14 的壳体 34 之间的密封界面 42。o 形环可设置在由壳体 34 或螺母 16 限定的槽内，作为另外一种选择，也可以夹在螺母 16 和壳体 34 之间。

[0028] 再次参考图 1-3，加强件 18 大致是管状，并具有第一端 56 和第二端 58。加强件 18 套在钢丝绳 12 上并接收钢丝绳 12 的一部分。加强件 18 的第一端 56 位于与筒楔组件 14 的第二端 32 相邻的位置处，在加强件 18 的第一端 56 与筒楔组件 14 的第二端 32 之间限定了的密封界面 60。加强件 18 可以沿其长度在一个或多个位置压接到钢丝绳 12 上。如图 2 所示，可在加强件 18 的第一端 56 和筒楔组件 14 的第二端 32 之间的 62 处设置 o 形环(未示出)，以提供加强件 18 与筒楔组件 14 的壳体 34 之间的密封界面 60。o 形环可设置在由壳体 34 或加强件 18 限定的槽内，作为另外一种选择，也可以夹在加强件 18 和壳体 34 之间。也可以不提供 o 形环，而是将加强件 18 的第一端 56 焊接到筒楔组件 14 的壳体 34 上，以提供加强件 18 的第一端 56 与筒楔组件 14 的壳体 34 之间的密封界面 60。

[0029] 参考图 1，如在本领域中已公知的，钢丝绳锚杆 10 还包括：端块 66，其固定钢丝绳 12 的多个股线 24 的自由端；鸟笼状构件 68，其带有接收在中心股线上的螺母或小块 70。钢丝绳锚杆 10 还可以包括沿着钢丝绳 12 的长度在不同位置包围钢丝绳 12 且与钢丝绳 12 连接的多个小块(未示出)。设置鸟笼状构件 68 或其他混合设备在安装过程中改善了浆液的混合，也增加了浆液与钢丝绳锚杆 10 的粘结强度。但是，钢丝绳锚杆 10 可以没有任何混合设备，并且钢丝绳 12 沿其长度可以没有突起或表面变形。

[0030] 参考图 4，其中示出了作为另一个实施例的钢丝绳锚杆 80。钢丝绳锚杆 80 与上述的图 1-3 所示的钢丝绳锚杆 10 类似。钢丝绳锚杆 80 包括套在加强件 18 和钢丝绳 12 上的环 82。环 82 包围加强件 18，并且限定了用于接收 o 形环 86 环形槽 84，o 形环 86 使环 82 与加强件 18 接合和密封。在环 82 和壳体 34 之间的界面上设置有焊道 88。在安装过程中，这种布置还防止在壳体 34 和加强件 18 之间发生浆液泄漏，还防止在钢丝绳 12 的第一端 20 和第二端 22 产生气穴。另外，螺母 16 也可以利用围绕螺母 16 周向延伸的焊道 90 焊接到

筒楔组件 14 的第一端 30 上,以提供螺母 16 和筒楔组件 14 之间的密封界面 42。当螺母 16 焊接到筒楔组件 14 上时,可以省略位于 52 处的 o 形环。

[0031] 参考图 5,其中示出了作为另一个实施例的钢丝绳锚杆 100。钢丝绳锚杆 100 与上述的图 4 所示的钢丝绳锚杆 80 类似。但是,本实施例的筒楔组件 14 的壳体 34 包括外表面 102,外表面 102 限定环形槽 104,环形槽 104 用于接收与浆液源连接的凸轮凹槽软管接头的凸轮锁紧配件(未示出)。壳体 34 通常可以具有比图 1-4 所示的壳体 34 更大的外径和更大的壁厚。

[0032] 参考图 6,其示出了筒楔组件 34 和加强件 18 的可选实施例。不是将筒楔组件 14 的壳体 34 焊接到加强件 18 上或在壳体 34 与加强件 18 之间的 62 处提供 o 形环,而是在壳体 34 上设置有位于通道 36 内的螺纹部分 110,并且在加强件 18 上与加强件 18 的第一端 56 相邻的位置设置对应的螺纹部分 112。加强件 18 拧入壳体 34 内,从而提供加强件 18 和筒楔组件 14 之间的密封界面 60。可以在各个螺纹部分 110、112 上设置螺纹密封剂(未示出)。

[0033] 参考图 7,在安装时,将图 1-3 中所示的钢丝绳锚杆 10 插入到岩层 122 的钻孔 120 中以支撑岩层 122 (如矿顶或矿壁)。钢丝绳锚杆 10 安装有支承板 124,支承板 124 例如是火山形板、平板、通道板或任何其它合适的板。浆液 126 从螺母 16 的通道 48 输送到钢丝绳 12 的底侧。浆液 126 流经钢丝绳 12 的股线 24 之间的多个间隙 26、以及在钢丝绳 12 的外侧与筒楔组件 14 的壳体 34、螺母 16 的主体 44 和加强件 18 之间延伸的间隙 28。螺母 16 与筒楔组件 14 之间的密封界面 42 和加强件 18 与筒楔组件 14 之间的密封界面 60 防止浆液 126 从螺母 16 和筒楔组件 14 之间以及从加强件 18 和筒楔组件 14 之间流出。随着浆液 126 被继续输送进入螺母 16 并到达钢丝绳 12 的底侧,浆液 126 穿过钢丝绳 12 并沿钢丝绳 12 的外表面向上流动,以基本上填充钢丝绳 12 内的所有间隙 26、28,并且填充钻孔 120。浆液 126 可通过具有压力表的泵(未示出)输送。当达到泵的峰值压力时,则认为所有的间隙 26、28 和钻孔 120 都基本上充满浆液,并且可以停止输送浆液。浆液 126 固化或硬化,形成包围并填充锚定在钻孔 120 内的钢丝绳锚杆 10 的浆液柱。

[0034] 本发明中使用的合适的浆液 126 是聚氨酯树脂,它是用多元醇组分和异氰酸盐组分现场制造的。如 Weber Mining (韦伯矿业) 提供的这种双组分聚氨酯在地下矿井中用于密封裂缝等。各组分在使用前保持在单独的容器中,并且可以通过液体连续搅拌机输送到单一的浆液流中,以便输送进入螺母。当这些组分在钢丝绳内和沿钢丝绳流动时,可以被还混合。

[0035] 图 4-6 所示的钢丝绳锚杆 80、100 可用与前面参考图 1-3 所示的钢丝绳锚杆 10 所述的方式类似的方式安装。本发明的钢丝绳锚杆 10、80、100 特别适合用于长期安装,例如,主矿巷道。钢丝绳锚杆 10、80、100 是“全长注浆”的锚杆,这意味着在钻孔中完成安装后,钢丝绳锚杆 10、80、100 的整个长度基本上都包围在浆液 126 中。围绕钢丝绳锚杆的完整浆液柱提供了恶劣地下环境中的防腐蚀保护。与未全长注浆的钢丝绳锚杆相比,全长注浆钢丝绳锚杆 10、80、100 还提高了锚定性能。围绕钢丝绳锚杆 10、80、100 的浆液柱还加固了岩层 122。

[0036] 参考图 8 和图 9,其中示出了作为另一个实施例的钢丝绳锚杆 140。钢丝绳锚杆 140 与图 1-7 所示的钢丝绳锚杆 10、80、100 类似。但是,本实施例的钢丝绳锚杆 140 还包括套在加强件 18 和钢丝绳 12 上的垫圈 142 和管 144。加强件 18 和钢丝绳 12 延伸穿过垫

圈 142 和管 144，垫圈 142 和管 144 沿周向包围加强件 18。垫圈 142 可以由橡胶制成，但也可以用任何其他合适的材料制成。管 144 可以由塑料制成，但也可以用任何其他合适的材料制成。垫圈 142 和管 144 位于钢丝绳 12 的第一端 20 和第二端 22 的中间。另外，支承板 146 位于筒楔组件 14 和管 144 之间。在安装钢丝绳锚杆 140 时，垫圈 142 和管 144 构造为限制浆液在钻孔内的流动。

[0037] 参考图 10，钢丝绳锚杆 140 用与上面参考图 1-3 所示的钢丝绳锚杆 10 所述的方式相同的方式安装。但是，通过在更高的压力下输送浆液 126 来使浆液 126 注入到与钻孔 120 相邻的岩层 122 中。具体地说，以至少约 4000psi 以上的压力（即等于或大于约 4000psi 的压力）输送浆液 126。在这样的压力下输送浆液 126，使浆液 126 被注入或被挤入到与钻孔 120 相邻的岩层 122 里的裂缝或缝隙 148 中，这使岩层 122 加固成一个实体。如上所述，垫圈 142 和管 144 减慢浆液 126 的流动，一旦浆液 126 凝固，垫圈 142 和管 144 就会在加强件 18 和与钻孔 120 相邻的岩层 122 之间形成锚塞。垫圈 142 和管 144 使得在安装过程中能够获得高压。

[0038] 参考图 11 和 12，其中示出了作为另一个实施例的钢丝绳锚杆 170。钢丝绳锚杆 170 与图 8-10 所示的钢丝绳锚杆 140 类似。但是，本实施例中的钢丝绳锚杆 170 还包括具有膨胀锚 174 和膨胀塞 176 的膨胀组件 172。如本领域中通常已公知的，膨胀组件 172 可以是吊桶型(bail-type)膨胀组件。膨胀组件 172 安装在加强件 18 的螺纹部分 178 上。具体地说，膨胀塞 176 可拧到加强件 18 上。膨胀锚 174 构造为在将钢丝绳锚杆 170 插入钻孔并且随后旋转钢丝绳锚杆 170 时膨胀。钢丝绳锚杆 170 可用与上面参考图 8-10 所示的钢丝绳锚杆 140 所述的方式相同的方式安装。但是，在输送浆液 126 之前，旋转钢丝绳锚杆 170 以使膨胀锚 174 膨胀，以使膨胀锚 174 与钻孔 120 附近的岩层 122 接合。可通过螺母 16 旋转钢丝绳锚杆 170。

[0039] 虽然为了说明的目的已经基于目前认为是最实用和首选的实施例详细描述了本发明，但应该理解的是，这些细节仅用于说明的目的，并且本发明并不限于所公开的实施例，相反地，本发明意在包括落入说明书的教导和范围内的所有修改和等同方案。例如，应该理解的是，本发明设想，任何实施例中的一个或多个特征可以在可能的范围内与任何其他实施例中的一个或多个特征相结合。

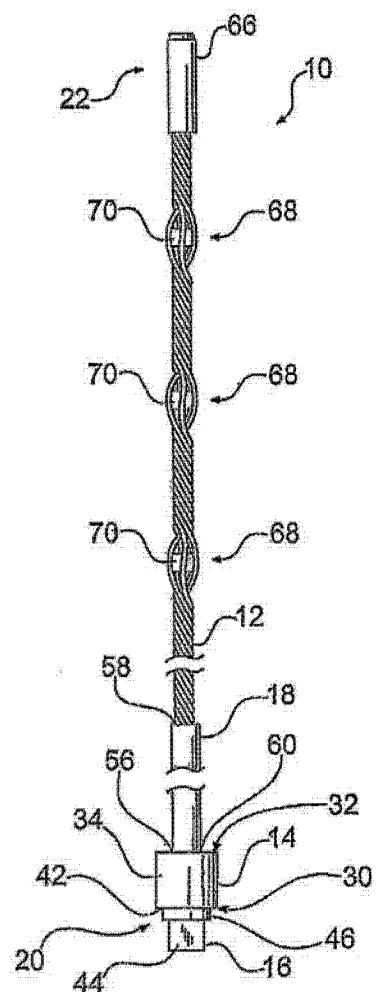


图 1

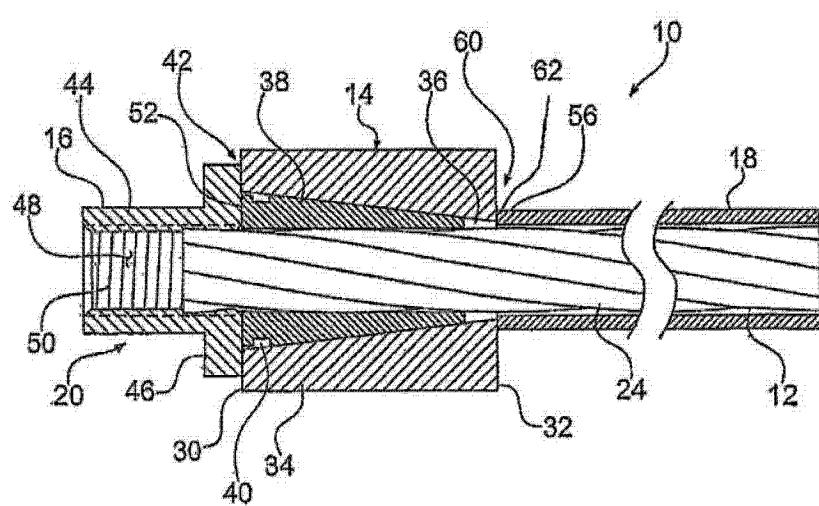


图 2

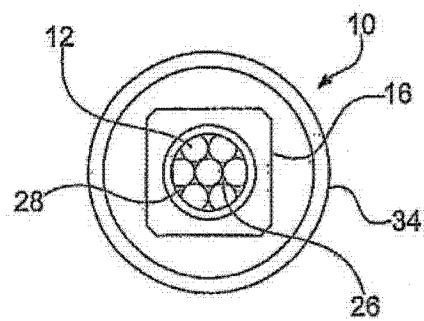


图 3

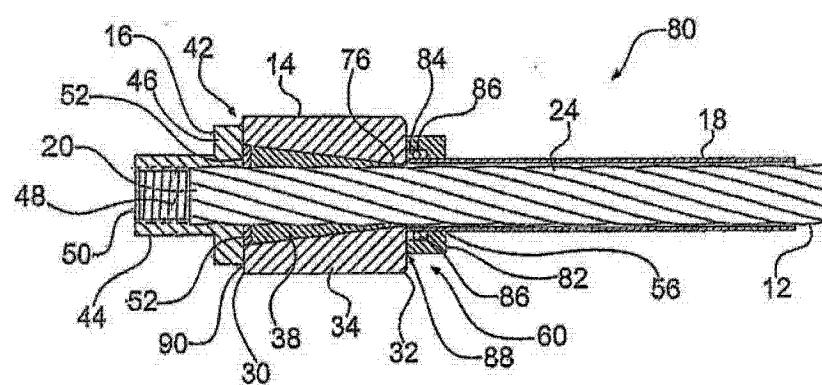


图 4

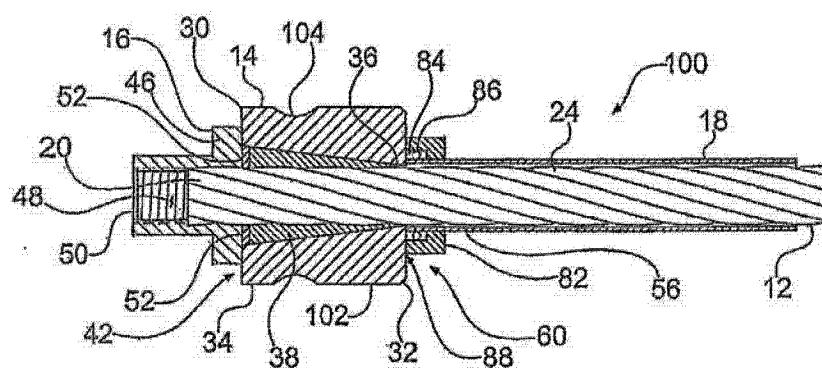


图 5

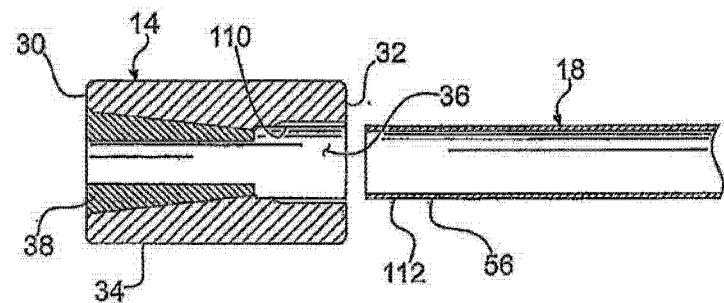


图 6

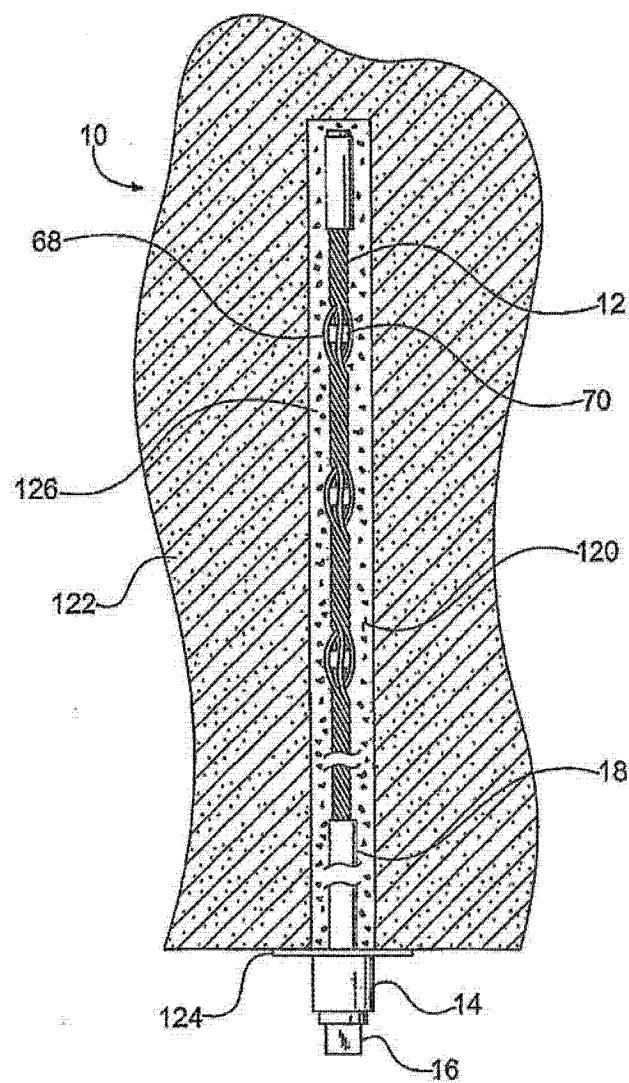


图 7

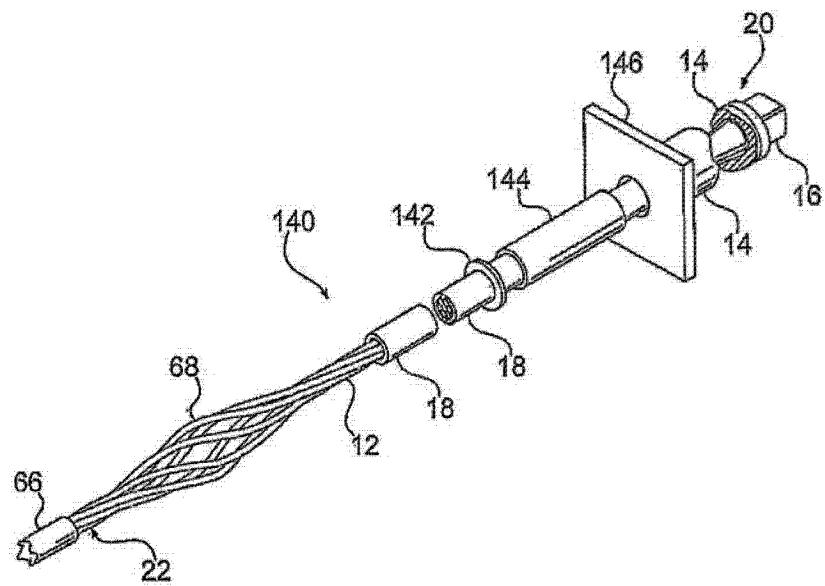


图 8

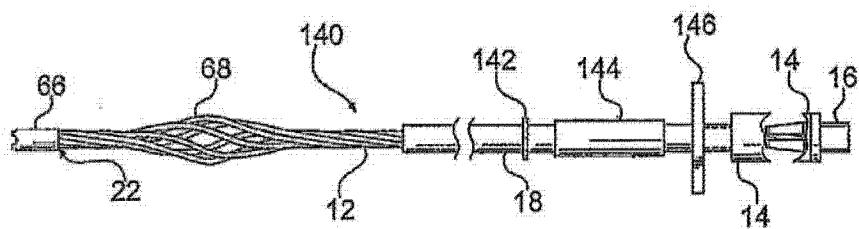


图 9

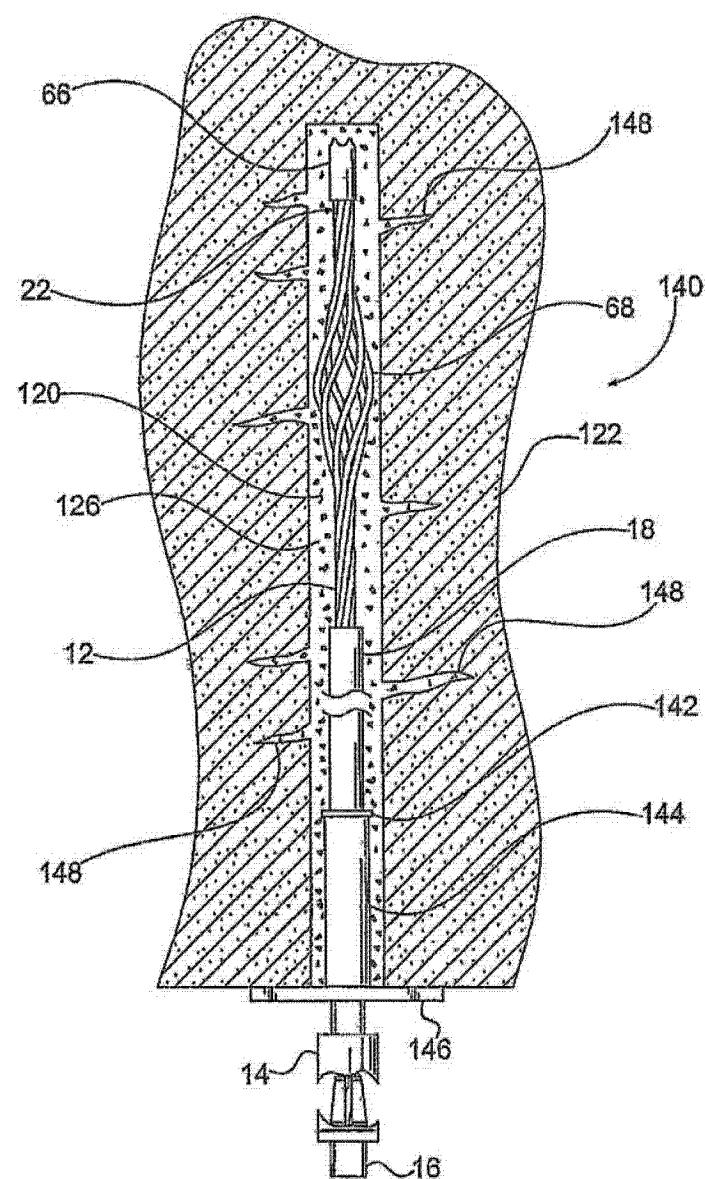


图 10

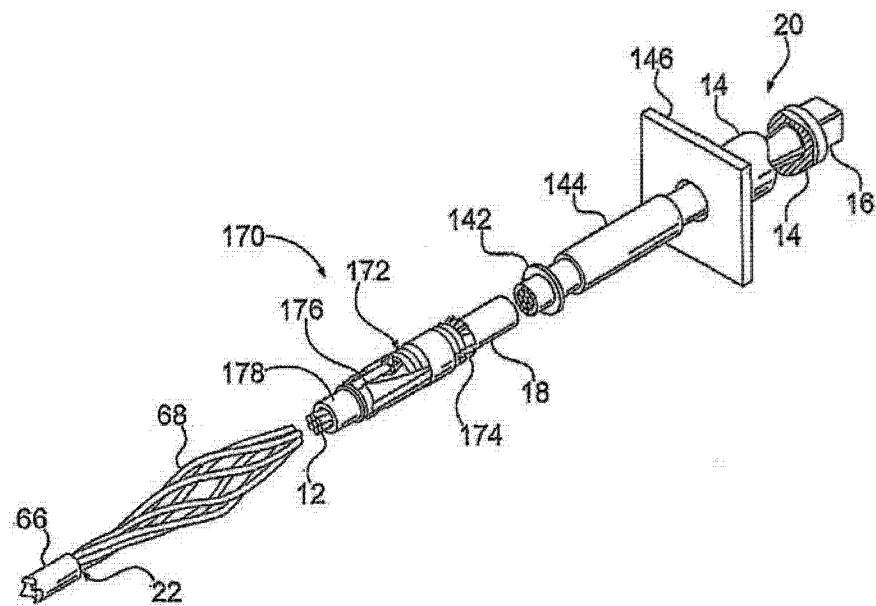


图 11

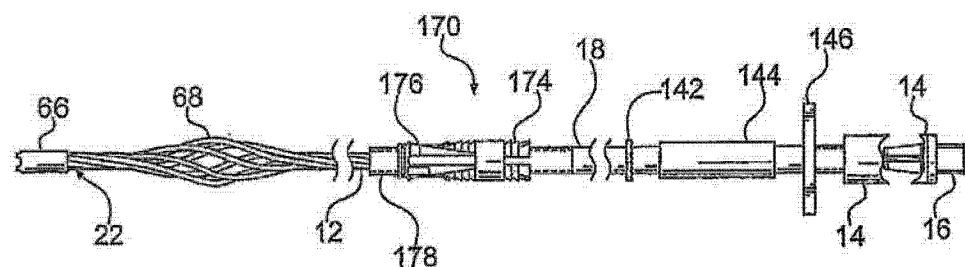


图 12