



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105026687 A

(43) 申请公布日 2015. 11. 04

(21) 申请号 201380073502. 0

托马斯·弗拉斯坎普

(22) 申请日 2013. 12. 19

瓦妮莎·克勒泽

(30) 优先权数据

埃里克·希尔弗里奇

102012113053. 1 2012. 12. 21 DE

(74) 专利代理机构 北京天昊联合知识产权代理有限公司 11112

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

代理人 顾红霞 何胜勇

2015. 08. 20

(86) PCT国际申请的申请数据

(51) Int. Cl.

PCT/EP2013/077475 2013. 12. 19

E21D 21/00(2006. 01)

(87) PCT国际申请的公布数据

F16B 1/00(2006. 01)

W02014/096247 DE 2014. 06. 26

(71) 申请人 蒂森克虏伯钢铁欧洲股份公司

地址 德国杜伊斯堡

(72) 发明人 赖纳·费克特-海嫩

洛塔尔·帕特博格

约瑟夫·格奥尔格·克芬赫尔斯特

安德烈亚斯·科特

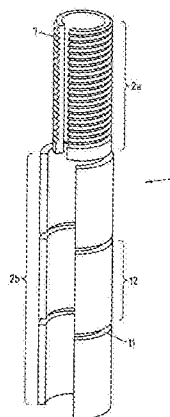
权利要求书3页 说明书7页 附图5页

(54) 发明名称

具有形状记忆的连接工具

(57) 摘要

本发明涉及一种用于提供至少两个连接合作部之间的刚性和 / 或非刚性连接的工具, 其中, 连接工具具有: 至少一个第一区域, 其经由刚性和 / 或非刚性连接与第一连接合作部接合; 以及至少一个第二区域, 其经由刚性和 / 或非刚性连接与至少第二连接合作部接合。本发明的目的在于实现一种连接工具, 借助该连接工具能够以简单且廉价的方式提供至少两个连接合作部之间的刚性和 / 或非刚性连接, 并且该连接工具满足高安全要求, 连接工具的特征在于: 连接工具的至少第二区域包括由具有形状记忆特性的铁合金构成的至少部分平整的材料形成的区域, 并且当该区域被激活时, 该区域通过改变形状来确保与第二连接合作部的刚性和 / 或非刚性连接。



1. 一种用于提供至少两个连接合作部 (3、4) 之间的刚性和 / 或非刚性连接的连接工具 (2、9), 其中, 所述连接工具 (2、9) 具有: 至少一个第一区域 (2a), 其经由刚性和 / 或非刚性连接与第一连接合作部 (3) 接合; 以及至少一个第二区域 (2b), 其经由刚性和 / 或非刚性连接与至少第二连接合作部 (4) 接合,

其特征在于,

所述连接工具的至少第二区域 (2b) 包括由具有形状记忆特性的铁合金构成的至少部分平整的材料形成的区域, 并且当所述区域被激活时, 所述区域通过改变形状来确保与所述第二连接合作部 (4) 的刚性和 / 或非刚性连接。

2. 根据权利要求 1 所述的连接工具,

其特征在于,

使用 Fe-Mn 合金、Fe-Mn-Si 合金、Fe-Mn-Si-Cr 合金或 Fe-Mn-Si-Cr-Ni 合金作为形状记忆合金。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的连接工具,

其特征在于,

所述形状记忆合金除了包含铁和不可避免的杂质之外, 还包含以重量百分比计的以下合金元素:

$12\% \leq \text{Mn} \leq 45\%$ ,

$1\% \leq \text{Si} \leq 10\%$ ,

$\text{Cr} \leq 20\%$ ,

$\text{Ni} \leq 20\%$ ,

$\text{Mo} \leq 20\%$ ,

$\text{Cu} \leq 20\%$ ,

$\text{Co} \leq 20\%$ ,

$\text{Al} \leq 10\%$ ,

$\text{Mg} \leq 10\%$ ,

$\text{V} \leq 2\%$ ,

$\text{Ti} \leq 2\%$ ,

$\text{Nb} \leq 2\%$ ,

$\text{W} \leq 2\%$ ,

$\text{C} \leq 1\%$ ,

$\text{N} \leq 1\%$ ,

$\text{P} \leq 0.3\%$ ,

$\text{Zr} \leq 0.3\%$ ,

$\text{B} \leq 0.01\%$ 。

4. 根据权利要求 1 至 3 中任一项所述的连接工具,

其特征在于,

所述形状记忆合金除了包含铁和不可避免的杂质之外, 还包含以重量百分比计的以下合金元素:

$25\% \leq \text{Mn} \leq 32\%$ ,

$3\% \leq Si \leq 8\%$ ,

$3\% \leq Cr \leq 6\%$ ,

$Ni \leq 3\%$ ,

$C \leq 0.07\%$ , 优选地  $0.01\% \leq C \leq 0.07\%$ , 和 / 或

$N \leq 0.07\%$ , 优选地  $0.01\% \leq N \leq 0.07\%$ ,

$0.1\% \leq Ti \leq 1.5\%$  或

$0.1\% \leq Nb \leq 1.5\%$  或  $0.1\% \leq W \leq 1.5\%$ ,

$0.1\% \leq V \leq 1.5\%$ 。

5. 根据权利要求 1 至 4 中任一项所述的连接工具,  
其特征在于,

在所述连接工具的所述第一区域 (2a) 中, 设置有用于与所述第一连接合作部 (3) 形成刚性连接的刚性连接工具 (5、6)。

6. 根据权利要求 1 至 5 中任一项所述的连接工具,  
其特征在于,

所述刚性连接工具 (5、6) 与所述连接工具的所述第一区域 (2a) 可拆卸地连接, 可选地, 在所述连接工具的所述第一区域 (2a) 中, 设置有用于可拆卸地紧固所述刚性连接工具 (5、6) 的螺纹 (7)。

7. 根据权利要求 1 至 6 中任一项所述的连接工具,  
其特征在于,

所述第二区域 (9b) 具有成形金属板, 所述成形金属板具有纵向槽并由形状记忆合金构成。

8. 根据权利要求 7 所述的连接工具,  
其特征在于,

所述成形金属板 (10) 沿横向至少部分地开槽。

9. 根据权利要求 7 或 8 所述的连接工具,  
其特征在于,

所述成形金属板 (10) 具有通过切削所述金属板而产生的末端。

10. 根据权利要求 1 至 9 中任一项所述的连接工具,  
其特征在于,

所述连接工具的与所述连接工具的所述第一区域相反的所述第二区域 (2b) 具有切削末端或钻头 (13) 形式的端部, 并且可选地, 所述第二区域 (2b) 的所述成形金属板 (10) 至少部分地具有用于排出材料的凹部 (14)。

11. 根据权利要求 1 至 10 中任一项所述的连接工具,  
其特征在于,

所述连接工具的所述第二区域 (2b) 具有由形状记忆合金构成的纵向开槽的成形金属板 (19)。

12. 根据权利要求 1 至 11 中任一项所述的连接工具,  
其特征在于,

所述金属板的所述纵向槽 (16) 为三角形的形式, 并且所述金属板被冷成型以形成锥

形末端 (17)。

13. 根据权利要求 1 至 12 中任一项所述的连接工具，  
其特征在于，  
所述连接工具是岩锚、岩石锚杆、开挖支护、销钉、固定及安装锚或地面紧固锚。

## 具有形状记忆的连接工具

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于提供至少两个连接合作部之间的刚性和 / 或非刚性连接的工具,其中,连接工具具有:至少一个第一区域,其经由刚性和 / 或非刚性接合部与第一连接合作部接合;以及至少一个第二区域,其经由刚性和 / 或非刚性接合部与至少第二连接合作部接合。

### 背景技术

[0002] 为了连接两个连接合作部,使用通常借助刚性和 / 或非刚性连接来提供连接合作部之间的固定连接的工具。这些实例是螺纹连接及插销等。然而,连接工具也可以用于在例如建筑领域中连接两个部件,以便将隧道衬砌固定至地面或岩石,或者连接不同的岩石层。此类连接工具称为岩锚或岩石锚杆。相应的连接部经常受到例如温度波动、负荷峰值及振动等环境影响,该连接部必须承受住这种环境影响,而不对连接部或部件造成损伤。连接工具在使用几年后还经常需要更换。到目前为止,安装和拆卸相应的连接工具是非常困难的,尤其是如果连接工具必须承受高负载(例如,隧道衬砌中的岩锚)。例如,美国专利 US 4,195,952 公开了被插入岩石中的孔中并具有锥形变窄的内螺纹的岩锚。借助螺纹件来提供岩锚在岩石中的非刚性连接,在扩孔过程期间,螺纹件向外扩展该锥形内螺纹。该方案的缺点在于:首先,必须执行繁琐的螺纹旋拧过程,此外,该过程蕴藏如下风险:螺纹柄中的螺纹因力作用而自身断裂。例如,俄罗斯专利申请 SU 1332029 A 公开了一种利用材料的形状记忆特性的岩石层锚杆。然而,该岩石层锚杆的形状高度复杂并要求非常高的生产成本。俄罗斯专利申请 SU 1454976 A 所公开的安全支柱具有固定工具,该固定工具同样利用具有形状记忆特性的材料。然而,对所提供的给予两个连接合作部之间的重负载刚性和 / 或非刚性连接的工具而言,已知的安全支柱的非刚性接合区域或摩擦接合区域非常小。已知的安全支柱似乎不太可能提供较大的非刚性接合区域或摩擦接合区域。

### 发明内容

[0003] 以此为出发点,本发明的目的是提供一种连接工具,借助该连接工具能够以简单且廉价的方式提供至少两个连接合作部之间的非刚性和 / 或刚性连接,并且该连接工具满足高安全要求。

[0004] 根据本发明的教导,实现上述目的的特征在于:连接工具的至少第二区域包括由具有形状记忆特性的至少部分平整的材料形成的区域,并且当该区域被激活时,该区域通过改变形状来确保与第二连接合作部的刚性和 / 或非刚性连接。

[0005] 在本情况下,应该理解的是,由具有形状记忆特性的铁合金构成的至少区域性平整或优选地完全平整的材料指的是如下材料:在初始状态下,该材料至少区域性平整并通过例如冷成型而进入成形状态。在例如辊压和 / 或弯曲状态等成形状态下,具有形状记忆特性的材料能够通过例如加热而被激活,使得材料因形状记忆特性而试图再次恢复至其平整的初始位置。因此,设置在连接工具的第二区域中的材料因激活而直径变大,从而可以实

现与第二连接合作部的非刚性和 / 或刚性连接。

[0006] 作为具有形状记忆特性的材料,至少部分地设置有由铁合金构成的形状记忆合金。具体而言,铁基形状记忆合金能够提供相对高的非刚性或刚性连接力并具有相对高的激活温度。

[0007] 例如,使用铁-锰-硅基形状记忆合金、铁-锰-硅-铬基形状记忆合金或铁-锰-硅-铬-镍基形状记忆合金作为形状记忆合金。因为上述铁系合金相对于其他合金系更为便宜,所以铁系合金能够在大规模生产中使用。此外,铁基系合金提供了通过高效感应加热来确保激活形状记忆特性的可能性,使得能够以特别简单的方式来实现激活。未在上文具体提及的其他铁基合金具有相似的性能。

[0008] 在根据本发明的连接工具的另一实施例中,形状记忆合金除了包含铁和不可避免的杂质之外,还包含以重量百分比计的以下合金元素:

[0009]  $12\% \leq \text{Mn} \leq 45\%$ ,

[0010]  $1\% \leq \text{Si} \leq 10\%$ ,

[0011]  $\text{Cr} \leq 20\%$ ,

[0012]  $\text{Ni} \leq 20\%$ ,

[0013]  $\text{Mo} \leq 20\%$ ,

[0014]  $\text{Cu} \leq 20\%$ ,

[0015]  $\text{Co} \leq 20\%$ ,

[0016]  $\text{Al} \leq 10\%$ ,

[0017]  $\text{Mg} \leq 10\%$ ,

[0018]  $\text{V} \leq 2\%$ ,

[0019]  $\text{Ti} \leq 2\%$ ,

[0020]  $\text{Nb} \leq 2\%$ ,

[0021]  $\text{W} \leq 2\%$ ,

[0022]  $\text{C} \leq 1\%$ ,

[0023]  $\text{N} \leq 1\%$ ,

[0024]  $\text{P} \leq 0.3\%$ ,

[0025]  $\text{Zr} \leq 0.3\%$ ,

[0026]  $\text{B} \leq 0.01\%$ 。

[0027] 相应的合金系能够通过选择不同的合金成分来很好地适应特定的强度特性。例如,通过添加碳、铬、钼、钛、铌或钒,能够显著增大强度。

[0028] 锰、碳、铬或镍的添加稳定了奥氏体相,这能够用于提高激活温度;如下组合导致微观结构中的析出物变形,因而简化或消除热机械材料处理,该组合为:一方面在各种情况下来自由钒、钛、铌及钨构成的组中的至少一个元素与另一方面在各种情况下来自由碳、氮及硼构成的组中的至少一个元素的组合。

[0029] 在根据本发明的连接工具的另一示例性实施例中,如果形状记忆合金除了包含铁和不可避免的杂质之外,还包含以重量百分比计的以下合金元素,则能够提供假塑性或假弹性的形状记忆合金,

[0030]  $25\% \leq \text{Mn} \leq 32\%$ ,

[0031]  $3\% \leq \text{Si} \leq 8\%$ ,

[0032]  $3\% \leq \text{Cr} \leq 6\%$ ,

[0033]  $\text{Ni} \leq 3\%$ ,

[0034]  $\text{C} \leq 0.07\%$ , 优选地  $0.01\% \leq \text{C} \leq 0.07\%$ , 和 / 或

[0035]  $\text{N} \leq 0.07\%$ , 优选地  $0.01\% \leq \text{N} \leq 0.07\%$ ,

[0036]  $0.1\% \leq \text{Ti} \leq 1.5\%$  或

[0037]  $0.1\% \leq \text{Nb} \leq 1.5\%$  或

[0038]  $0.1\% \leq \text{W} \leq 1.5\%$  或

[0039]  $0.1\% \leq \text{V} \leq 1.5\%$ 。

[0040] 在另一实施例中, 连接工具可以有利地构造为: 在连接工具的第一区域中, 设置有用于形成与第一连接合作部的刚性连接的刚性连接工具。如果连接工具是例如岩锚, 则例如简单地使用冲压凸起部作为刚性连接工具。所述凸起部可以例如内聚地连接至连接工具的第一区域。

[0041] 在连接工具的另一实施例中, 刚性连接工具与连接工具的第一区域可拆卸地连接, 其中, 可选地, 在连接工具的第一区域中, 设置有用于可拆卸地紧固刚性连接工具的螺纹。连接工具的第一区域和第二区域可以成一体, 其中, 优选地, 螺纹可以冷缩配合至连接工具的第一区域上。对螺纹而言另一种可能是以例如压花加工的机械方式形成。此外, 对螺纹而言还有一种可能是借助被冷缩配合的螺纹套筒来设置。在岩锚的情况下, 可以使用例如板作为刚性连接工具, 该板具有能够穿过连接工具的螺纹的开口并且借助螺母进行固定。

[0042] 如果第二区域具有带有纵向槽且由形状记忆合金构成的成形金属板, 则能够以特别简单的方式实现与第二连接合作部的非刚性和 / 或刚性连接。具有纵向槽的成形金属板可以例如形成岩锚的锚杆, 锚杆然后能够被插入孔中, 从而当成形金属板的形状记忆被激活时, 所述成形金属板的直径大大地增大并在孔中提供与岩石或岩石层的非刚性和 / 或刚性连接。

[0043] 为了进一步改进相应设计的连接工具的保持力, 在连接工具的另一实施例中, 对成形金属板而言沿横向至少部分地开槽是可行的, 并且成形金属板可选地具有通过切削金属板而产生的末端。借助设置在成形金属板中的横向槽, 金属板沿纵向被分成不同的部分, 当金属板被激活时, 各部分能够以不同的方式扩大。这样, 例如能够显著改进岩锚在具有直径波动的孔中的刚性和 / 或非刚性连接。因为被分成了多个节段, 所以连接工具能够更易于适应第二连接合作部, 例如, 适应所提供的孔的几何形状。

[0044] 如果成形金属板优选地具有因切削金属板而产生的末端, 则可以同时使用所述末端, 例如, 如果第二连接合作部由相对软的材料构成, 则可以同时使用所述末端将连接工具驱动到第二连接合作部中。

[0045] 在另一实施例中, 连接工具的与连接工具的第一区域相反的第二区域具有切削末端或钻头形式的端部。这样可以同时使用连接工具来在第二连接合作部中钻孔, 从而连接工具能够同时作为钻具和连接工具。如果第二区域的成形金属板至少部分具有用于排出材料的凹部, 则能够进一步改进连接工具的钻孔特性。

[0046] 在根据本发明的连接工具的另一实施例中, 连接工具的第二区域具有由形状记

忆合金构成的纵向开槽的成形金属板。纵向开槽的金属板在激活之后特别是在柔软的地面中能够使开槽的金属板凸耳铺开,使得本实施例能够被归类为例如地面紧固锚。也可以优选地通过感应并由此高效地加热来实现连接工具的激活,即感应和加热铁-锰-硅、铁-锰-硅-铬或铁-锰-硅-铬-镍。可选地,可以借助放热化学反应来激活。

[0047] 在连接工具的另一实施例中,金属板的纵向槽为三角形的形式,其中,金属板被冷成型以形成锥形末端。能够交替地使用锥形末端来将连接工具驱动到第二连接合作部中,从而在激活之后,通过由形状记忆合金构成的金属板的其余各个三角形凸耳向外展开来实现锚固功能。

[0048] 如果连接工具是岩锚、岩石锚杆、开挖支护、销钉、固定及安装锚或地面紧固锚,则连接工具特别有利。所有的这些连接工具具有共同的事实:首先,例如在隧道建筑领域中,因大量使用岩锚而使刚性连接和/或非刚性连接的提供特别繁琐,从而例如利用根据本发明的连接工具能够实现的简单激活可以显著降低成本。此外,与常规系统相比,上述连接工具更适合承受振动、沉降及不利的环境条件。

[0049] 此外,在根据本发明的连接工具的情况下,在上述应用情形中,可以借助形状记忆合金的两种记忆效果来将岩锚设计成可松开的,例如,通过使所述岩锚经受例如特别低的温度,以便能够使激活状态逆转。在该情况下,能够再次松开与第二连接合作部的刚性和/或非刚性连接,并且能够容易地更换连接工具。

#### 附图说明

[0050] 下面将基于示例性实施例以及附图对本发明进行更详细的讨论,其中:

[0051] 图 1 以剖视图的方式示出作为隧道中的岩锚的连接工具的第一示例性实施例;

[0052] 图 2 和图 3 示出在对第一连接合作部安装刚性连接工具期间的连接工具的第二示例性实施例;

[0053] 图 4 以示例性实施例的方式示出横向开槽的金属板,其用于提供连接工具的示例性实施例的第二区域;

[0054] 图 5 以示意性透视图的方式示出处于成形状态的图 4 的金属板,其作为连接工具的示例性实施例的第二区域的一部分;

[0055] 图 6 以示意性透视图的方式示出处于尚未完全激活状态的连接工具的图 5 所示的第二区域;

[0056] 图 7 以透视图的方式示出处于完全激活状态的图 5 的示例性实施例;

[0057] 图 8 示出集成有钻头的连接工具的第三示例性实施例;

[0058] 图 9a 至图 9c 示出设置用于示例性实施例的第二区域的处于热成型、冷成型及激活状态下的切削金属板;

[0059] 图 10 以平面图的方式示出在连接工具的另一示例性实施例中使用的纵向开槽金属板;

[0060] 图 11a 和图 11b 以示意性剖视图的方式示出使用图 10 的金属板且处于地面紧固锚形式的示例性实施例;以及

[0061] 图 12 示出由不同材料构成的连接工具的示例性实施例。



## 具体实施方式

[0062] 图 1 以示意性剖视图的方式示出隧道 1, 在隧道 1 中, 至少使用根据本发明的连接工具 2 的示例性实施例作为岩锚。为了提供隧道衬砌 3 与岩石 4 或岩石层之间的刚性和 / 或非刚性连接, 连接工具 2 具有第一区域 2a, 第一区域 2a 经由刚性和 / 或非刚性连接与第一连接合作部 (在这种情况下其为隧道衬砌 3) 接合。连接工具的第二区域 2b 经由刚性和 / 或非刚性连接与岩石 4 或岩石层接合。在连接工具的第二区域 2b 中设置有优选地由螺旋形式的平板金属条构成的区域, 当该区域被激活时, 如箭头所示, 直径增加, 使得连接工具的区域 2b 经由刚性和 / 或非刚性连接牢固地接合在岩石 4 中。区域 2b 的金属板优选地由形状记忆合金构成并以成形带的形式使用, 区域 2b 的金属板能够通过冷成型相应的成形切削金属板以简单的方式生产, 成形切削金属板由例如 Fe-Mn 类型或 Fe-Mn-Si 类型或 Fe-Mn-Si-Cr 类型或 Fe-Mn-Si-Cr-Ni 类型的形状记忆合金构成。在形状记忆合金的情况下, 冷成型具有如下效果: 当后者通过加热而被激活时, 变形返回到初始的平面形状。这种方式能够产生巨大的力, 使得例如图 1 所示的岩锚也能够经受巨大的张力。

[0063] 为了提供与第一连接合作部的刚性连接, 在图 1 所示的情况下, 设置板 5 和螺母 6 作为刚性连接工具, 其中, 螺纹 7 上的螺母将刚性连接工具与连接工具 2 可拆卸地连接。图 1 还示出了用于感应加热的线圈 8, 即, 线圈 8 用于将涡电流引入连接工具中。

[0064] 连接工具 2 可以与螺纹 7 一体地生产。然而, 如图 2 所示, 也可以采用不同的材料来分开生产螺纹 7, 然后将所述螺纹在第一区域 9a 中冷缩配合至连接工具 9 上。图 2 和图 3 中的连接工具 9 旨在提供与第二连接合作部的刚性和 / 或非刚性连接的第二区域中具有纵向开槽的成形金属板, 该成形金属板由形状记忆合金构成, 该形状记忆合金除了包含铁和不可避免的杂质之外还包含以重量百分比计的以下成分,

[0065]  $25\% \leq \text{Mn} \leq 32\%$ ,

[0066]  $3\% \leq \text{Si} \leq 8\%$ ,

[0067]  $3\% \leq \text{Cr} \leq 6\%$ ,

[0068]  $\text{Ni} \leq 3\%$ ,

[0069]  $\text{C} \leq 0.07\%$ , 优选地  $0.01\% \leq \text{C} \leq 0.07\%$ , 和 / 或

[0070]  $\text{N} \leq 0.07\%$ , 优选地  $0.01\% \leq \text{N} \leq 0.07\%$ ,

[0071]  $0.1\% \leq \text{Ti} \leq 1.5\%$  或

[0072]  $0.1\% \leq \text{Nb} \leq 1.5\%$  或  $0.1\% \leq \text{W} \leq 1.5\%$ ,

[0073]  $0.1\% \leq \text{V} \leq 1.5\%$ 。

[0074] 借助于所述的成分, 例如可以实现连接工具的第二区域的超弹性作用。在形状记忆合金的超弹性作用或伪弹性作用的情况下, 拉伸性能能够超过常规金属的拉伸性能 (例如, 至少 5 倍)。图 3 以透视图的方式示出具有组装好的刚性连接工具 5 的连接工具, 刚性连接工具 5 包括紧固件 6 和用于激活形状记忆合金的线圈 8。图 2 和图 3 所示的示例性实施例因而具有两部分构造: 第二区域, 其由形状记忆合金构成; 以及第一区域 9a, 其设置有冷缩配合在第一区域 9a 上的螺纹区域。

[0075] 图 4 示出由形状记忆合金构成并具有纵向槽 11 的金属板。如箭头相应指示的那样, 图 4 的金属板 10 成形为使得实现了分成多个狭窄节段的细长主体, 细长主体用作连接工具的第二区域。图 5 以透视图的方式示出图 4 的成形金属板的节段。金属板 10 的所示

节段的直径可以例如比由形状记忆合金构成的横向开槽的成形金属板的沿第一区域的方向邻接所述节段的这些节段的直径小。这样,连接工具的相应示例性实施例的第二区域在节段区域中能够更好地适应各种环境条件,例如破碎的岩石区域,使得在破碎的岩石区域膨胀期间,能够确保改进的刚性连接和/或非刚性连接特性。借助于可变的直径(例如,通过提供朝末端变窄的直径),例如可以适应孔的典型几何形状。

[0076] 图 6 示出处于激活但尚未完全激活状态的节段 12。如之前所述,通过加热通常能够实现完全激活,其中,额外引入的能量导致进一步变形。例如通过使用部件中的不同合金或对部件各部分依次加热或针对性地利用热传导可以实现这种多阶段的变形。该变形表现出朝连接工具的第一区域的方向从边界到后续部分直径显著加宽。这样,确保了能够容易地实现例如与图 6 中的连接工具的所示区域周围的岩壁的刚性连接。可以容易地设想,以这种方式能够实现对连接工具的刚性连接特性的改进。

[0077] 图 7 以透视图的方式示出具有由成形金属板构成的第二部分 2b 的岩锚,成形金属板由形状记忆合金制成,第二部分具有被横向槽 11 分开的节段 12。图 7 所示的连接工具的第二区域 2b 被激活并具有扩大的横截面。基于图 7,可以容易地设想,连接工具因不同的节段而能够灵活适应孔的不同横截面并能够提供非常好的非刚性和/或刚性连接。

[0078] 图 7 所示的连接工具 2 的第一区域 2a 具有螺纹 7,在本情况下,螺纹 7 不由形状记忆合金构成,使得连接工具的第二区域 2b 的激活不对刚性连接工具的附接产生不利影响。图 8 示意性地所示的示例性实施例示出钻具和连接工具的组合。让图 7 所示的示例性实施例具有与由形状记忆合金 12 构成的金属板的成形节段相邻的钻头 13,借助于钻头 13 能够将连接工具例如引入第二连接合作部中。在所示的示例性实施例中示出了节段 12 的凹部 14,凹部 14 用于排出材料并改进具有钻孔能力的连接工具的钻孔特性。当图 8 所示的连接工具被激活时,具体出现这样的情况:连接工具的第二区域的未与钻头直接连接的节段 12 的直径变大,从而所述节段使连接工具与第二连接合作部(即,例如隧道中的岩石或岩石层)具有高强度的刚性和/或非刚性的连接。对于钻孔工具而言,铁基形状记忆合金尤其适合,因为铁基形状记忆合金具有比其他形状记忆合金高的激活温度,因此,最大程度减小了意外过早激活的风险。

[0079] 图 9 以草图的形式示出能够使用具有形状记忆的材料实现的形状变化。例如,图 9a 示出具有三角形纵向槽的金属板 15 的平面图。然后,例如如图 9b 所示的那样,金属板 15 可以通过冷成型而变形,以形成锥形末端 17,然后在图 9c 所示的激活状态下,锥形末端 17 具有向外展开的臂部,臂部然后能够例如钻进软土地面中,使得处于激活状态的锥形末端用作锚。这样,刚性和/或非刚性连接即使在软土地面中也是可行的。

[0080] 对于使用而言,也可以以相反的形式实现上述这点。为此,图 10 示出了通过冷成型而变形的纵向开槽的金属板 19,以形成布置在连接工具 20 上且槽开口向上的管状体。所述类型的连接工具 20 被引入进水底,例如,如图 11a 所示,所述类型的连接工具 20 被引入海底 21。当金属板 19 被激活时,金属板 19 的各个凸耳展开,使得连接工具 20 在海底发生自锁动作(如图 11b 所示)。在该情况下,设想钻探平台或漂浮式风力涡轮机(在此未示出)作为第二连接合作部。

[0081] 图 12 示出具有内聚构造的固定锚,并且固定锚具有连续销 22 和位于第二区域 2b 的端部且用于例如钻进到孔中的末端 23。在相反的端部处,在第一区域 2a 中设置有用于接

纳螺母的螺纹 7。例如,销 22 由普通钢铁制成。销的第二区域 2b 与用于提供刚性和 / 或非刚性连接的多个工具 24 连接,所述工具由具有形状记忆特性的至少部分平整的材料制成。优选地使用形状记忆合金作为材料,并且使用由合金制成并随后变形的金属板。然而,大体上来说,在这里使用其他形状记忆材料也是可行的。

[0082] 除了图 1 至图 12 所示的应用之外,将连接工具用作开挖支护、销钉或固定及安装锚也是容易可行的。为此,对由连接工具提供的特性而言,仅需要提供的是:借助具有形状记忆的辊轧材料与连接合作部的刚性和 / 或非刚性连接以及借助第一区域与第二连接合作部的刚性和 / 或非刚性连接。所示示例性实施例能够容易地适应上述应用。还可以设想到的是,借助例如形状记忆的磁性激活等其他机理来实现形状记忆的激活。

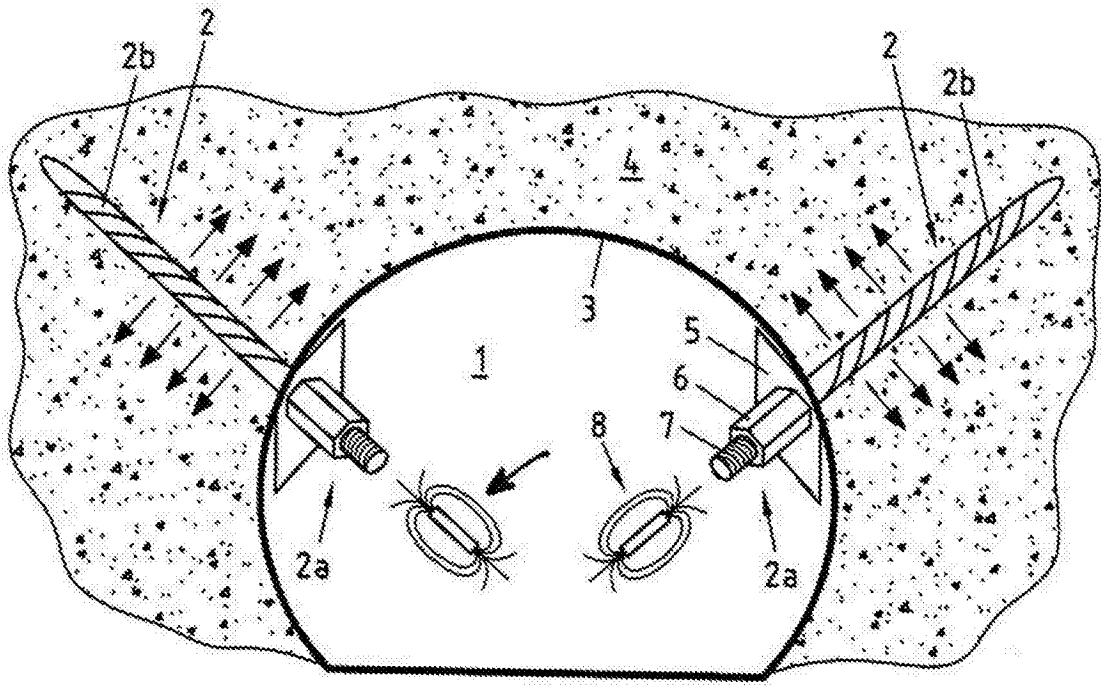


图 1

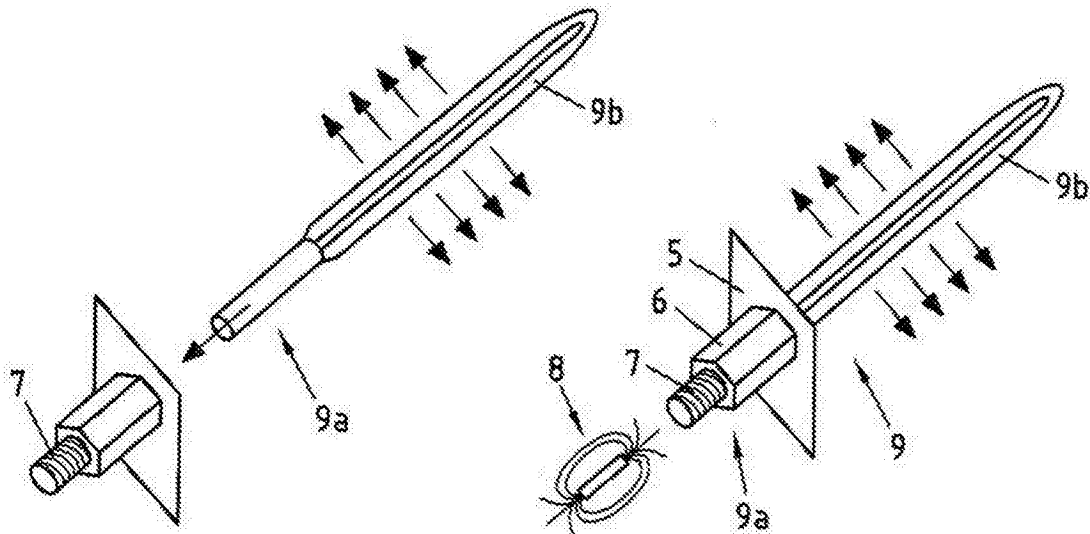


图 2

图 3

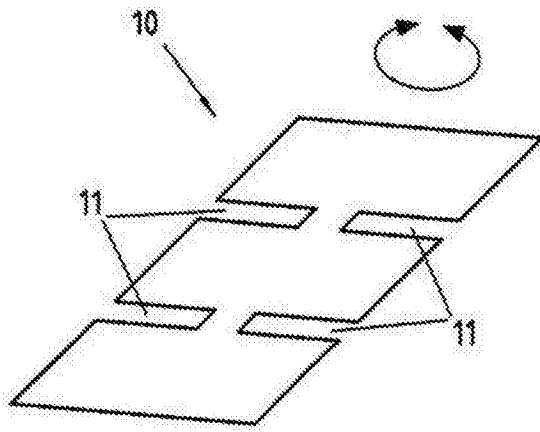


图 4

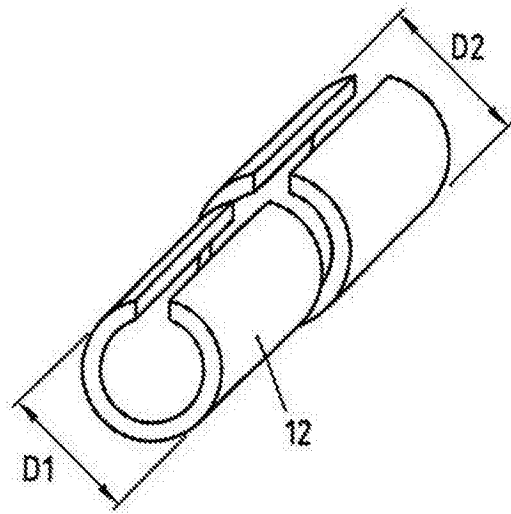


图 5

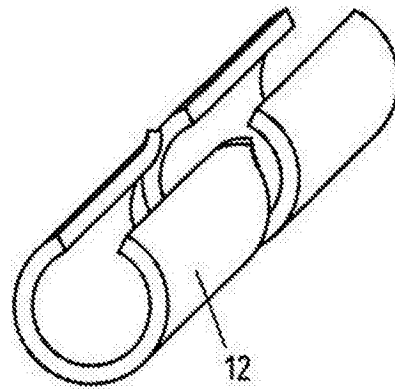


图 6

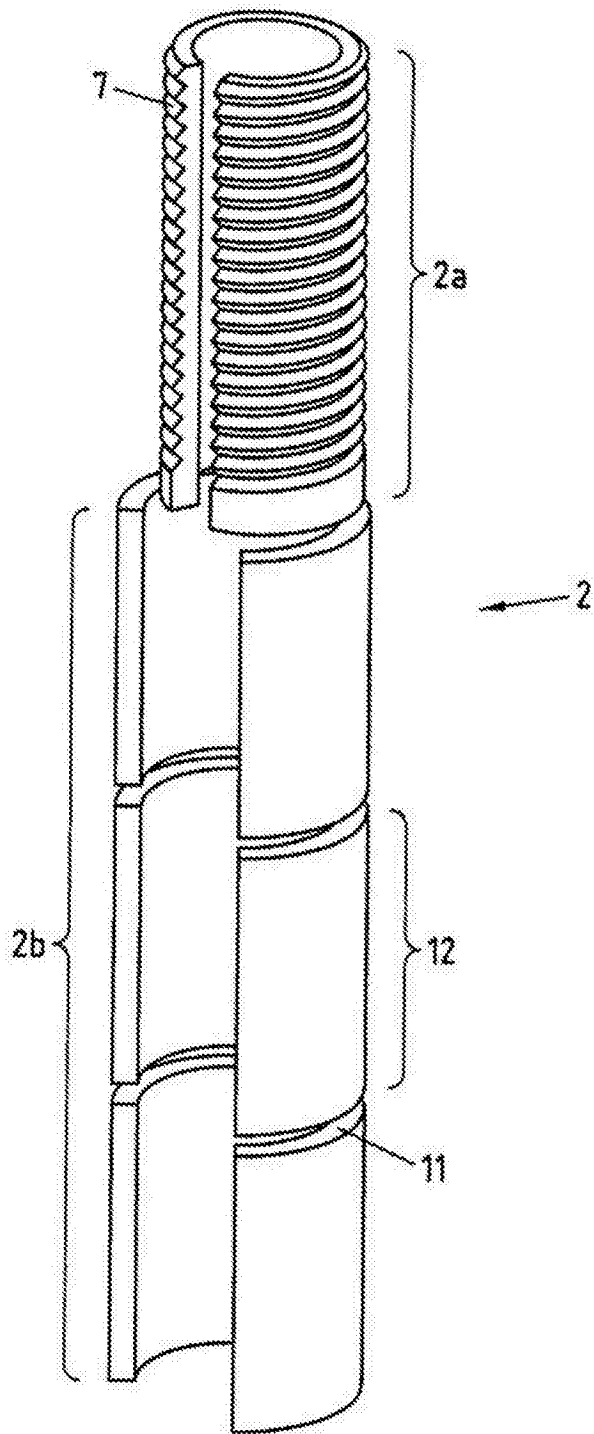


图 7

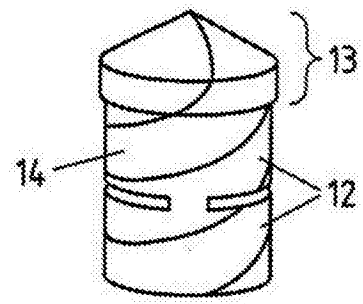


图 8

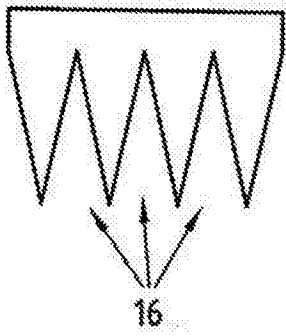


图 9a

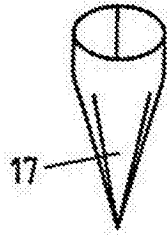


图 9b

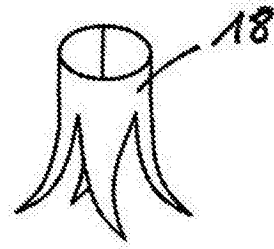


图 9c

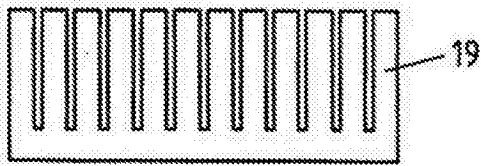


图 10

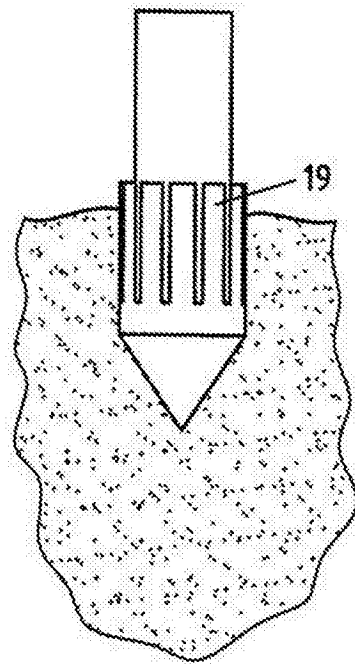


图 11a

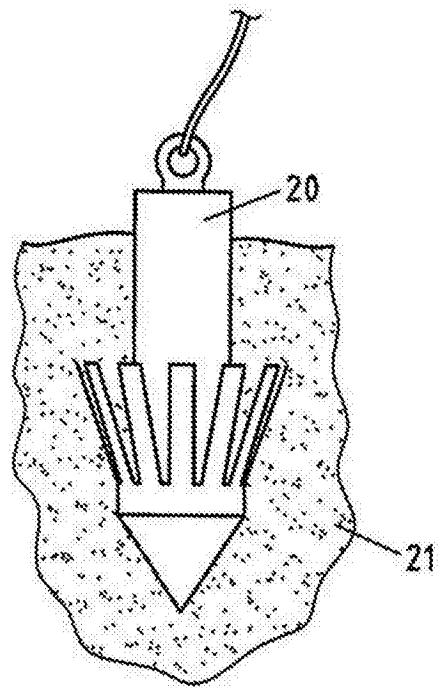


图 11b

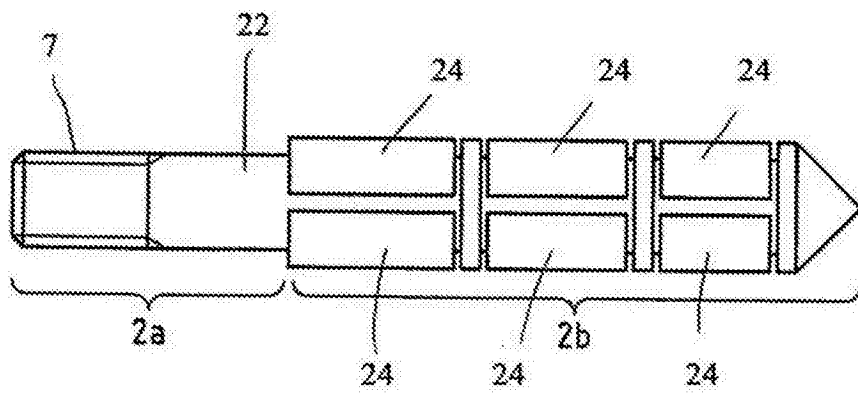


图 12