



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105090200 A

(43) 申请公布日 2015. 11. 25

(21) 申请号 201510090113. X

(22) 申请日 2015. 02. 27

(30) 优先权数据

14/286, 612 2014. 05. 23 US

(71) 申请人 波音公司

地址 美国伊利诺斯州

(72) 发明人 理查德·P·惠特洛克

彼得·A·科罗纳多

奥马尔·J·帕切科·阿戈斯托

迈克尔·H·E·韦尔

(74) 专利代理机构 北京康信知识产权代理有限

责任公司 11240

代理人 余刚 吴孟秋

(51) Int. Cl.

F16B 33/06(2006. 01)

F16B 35/04(2006. 01)

B64D 45/02(2006. 01)

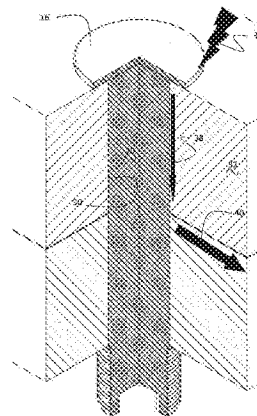
权利要求书2页 说明书4页 附图6页

(54) 发明名称

用于电磁效应(EME)技术的改进的杆状紧固件

(57) 摘要

本发明提供了用于电磁效应(EME)技术的改进的杆状紧固件。一种提供电磁能保护的用于复合结构的紧固件系统,具有:杆,在杆的终止于引入部的第一端具有螺纹部。在杆的第二端具有头。杆被适配为与过盈装配孔的内表面紧密导电接触。



1. 一种用于复合结构的紧固件系统,包括:
杆;
螺纹部,在所述杆的终止于引入部的第一端;以及
头,在所述杆的第二端;
其中,所述杆被适配为与复合件中的过盈装配孔的内表面紧密导电接触。
2. 根据权利要求1所述的紧固件系统,其中,所述引入部被配置为在不损坏所述复合件的情况下扩展所述过盈装配孔的所述内表面。
3. 根据权利要求2所述的紧固件系统,其中,所述杆与所述孔的所述内表面处于紧密导电接触以传导大电流密度。
4. 根据权利要求1所述的紧固件系统,其中,所述螺纹部和所述引入部被涂覆干润滑剂。
5. 根据权利要求1所述的紧固件系统,其中,所述杆具有粗糙主体并且进一步包括所述主体上的光滑涂层,其中,所述粗糙主体具有峰和谷,所述涂层被抛光用于暴露所述峰以保持紧密导电接触,同时保留存在于所述谷中的所述涂层用于光滑插入所述过盈装配孔中。
6. 根据权利要求5所述的紧固件系统,其中,所述粗糙主体是滚花的。
7. 根据权利要求5所述的紧固件系统,其中,所述光滑涂层是以下各项之一:包含润滑颜料的酚醛树脂类、环氧类涂层、以及是树脂或陶瓷类的其他固体膜润滑剂连同固体润滑添加剂。
8. 根据权利要求1所述的紧固件系统,其中,软金属层被沉积在所述杆上,在保持紧密导电接触的同时所述软金属层剪切用于插入所述过盈装配孔中。
9. 根据权利要求8所述的紧固件系统,其中,粘附层至少被沉积在所述主体部分上,并且所述软金属层被电镀在所述粘附层上。
10. 根据权利要求8所述的紧固件系统,其中,所述软金属层包括以下各项之一:锡铋、锡铋、锡铟、锌铟、锡铝、铝聚酯、或铝硼氮化物。
11. 根据权利要求8所述的紧固件系统,其中,所述螺纹部和所述引入部被涂覆干润滑剂。
12. 根据权利要求11所述的紧固件系统,其中,所述干润滑剂包括以下各项之一:酚醛树脂类铝颜料涂层、环氧类涂层、以及是树脂或陶瓷类的其他固体膜润滑剂连同固体润滑添加剂。
13. 根据权利要求9所述的紧固件系统,其中,所述粘附层包括以下各项之一:预镀镍、预红铜电镀、或预铁电镀。
14. 一种用于在复合结构中紧固件的 EME 保护的方法,包括以下步骤:
在复合接头中识别用于安装紧固件的孔;
确立紧固件直径;
配置所述紧固件的杆以过盈装配在所述孔中;
在所述紧固件的螺纹部和引入部上沉积光滑涂层;
将所述紧固件插入所述孔中;
在所述杆和孔之间过盈装配地形成紧密导电接触;以及,

在 EME 事件期间转移电能。

15. 根据权利要求 14 所述的方法,其中,所述配置步骤包括:

在所述紧固件的所述杆的主体上形成粗糙表面;

以光滑涂层涂覆所述紧固件主体;

抛光所述粗糙表面以从所述粗糙表面的峰去除所述光滑涂层,但是允许所述涂层保留在谷中。

16. 根据权利要求 15 所述的方法,其中,所述形成粗糙表面的步骤包括滚花所述杆的所述主体。

17. 根据权利要求 14 所述的方法,其中,所述配置步骤包括:在所述杆上沉积软金属涂层。

18. 根据权利要求 17 所述的方法,其中,所述软金属涂层包括:锡锌铋、锡铋、锡铟、锌铟、锡铝、铝聚酯、或铝硼氮化物。

19. 根据权利要求 17 所述的方法,其中,所述配置步骤进一步包括:在所述紧固件上沉积粘附层;以及在粘附层上沉积所述软金属涂层。

20. 根据权利要求 19 所述的方法,其中,所述粘附层包括:预镀镍、预红铜电镀、或预铁电镀。

用于电磁效应(EME)技术的改进的杆状紧固件

技术领域

[0001] 本公开内容的实施方式总体涉及用于在复合结构中应用的金属紧固件的紧固件技术领域,并且更具体地,涉及具有杆处理的紧固件以实现增加的润滑性以及增强的导电率。

背景技术

[0002] 轻量复合材料被规则地用于飞行器中的主结构。与传统的金属合金相比,纤维复合物在比强度和刚度方面提供显著改善。更好的比强度和刚度转化为重量减轻,该重量减轻转化为节约燃料和较低的操作成本。此外,复合物不会如铝那样腐蚀,并且它们更能抗疲劳。然而,这些飞行器中的复合结构不会容易地将雷击产生的极度电流和电磁力传导出去。

[0003] 使用复合材料的结构制造仍然需要紧固件用于许多组装操作。考虑到雷击和其他电磁效应(EME)问题,金属紧固件是导电的,创造了EME设计。紧固件火花模式必须被设计为针对雷电情况(包括热粒子喷射(HPE))以及紧固件头的外表面与其他结构(或紧固件套管)之间的电弧。

[0004] 当雷电击打安装有金属紧固件的碳纤维增强聚合物(CFRP)结构时,电流的大部分可以通过紧固件进入附近的结构中。当电能两个表面之间传递时,接触电阻加热可能分解材料,并且在孔中或者在紧固件与有关内部的螺纹紧固件(诸如,螺母或易碎衬圈)之间的空间中生成热气(或等离子体)。

[0005] 当前在许多复合结构中采用套管紧固件作为防雷电和结构要求的组合解决方案,该结构要求提供紧固件与复合接头中的相关孔之间的过盈装配。然而,在结构中套管产生额外重量,额外成本以及额外的组装时间并且可能具有额外的故障模式。

[0006] 因此,希望的是提供适合于复合结构应用的紧固系统,该系统在克服现有技术紧固件安装过程的缺点的同时在不要求套管的情况下提供过盈装配以克服HPE和电弧放电。

发明内容

[0007] 本文所公开的实施方式提供了用于提供电磁能保护的复合结构的紧固系统,该紧固系统具有以下杆,该杆在杆的终止于引入部中的第一端具有螺纹部。在杆的第二端具有头。杆被适配为与过盈装配孔的内表面紧密导电接触。

[0008] 实施方式提供了在复合结构中用于紧固件的EME保护的方法,其中,复合接头中的孔被确定用于安装紧固件。紧固件直径被建立并且紧固件的杆被配置用于在孔中过盈装配。光滑涂层被沉积在紧固件的螺纹部和引入部上。然后,以形成有杆与孔之间的紧密导电接触过盈装配地将紧固件插入孔中。然后,在EME事件期间,可以转移电能。

[0009] 已经讨论的特征、功能和优势可以在本公开内容的各种实施方式中独立地实现,或者可以在其他实施方式中结合,参考以下描述和附图可以了解本公开内容的更多细节。

[0010] 进一步地,本公开内容包括根据下列项的实施方式:

[0011] 项1. 一种用于复合结构的接头,包括:复合层;邻近复合层的被联接元件,所述

复合层和被联接元件具有延伸穿过其中的孔；紧固件，过盈装配地容纳在孔中并且具有杆；螺纹部，在杆的终止于引入部的第一端上；以及，头，在杆的第二端上；其中，杆被适配为与孔的内表面亲紧密导电接触。

[0012] 项 2. 根据项 1 中所限定的用于复合结构的接头，其中，被联接元件是金属子结构体。

[0013] 项 3. 根据项 1 中所限定的用于复合结构的接头，其中，引入部被配置为在不损坏复合材料的情况下扩展过盈装配孔的内表面。

[0014] 项 4. 根据项 1 中所限定的用于复合结构的接头，其中，杆具有峰和谷的粗糙主体并且进一步包括主体上的光滑涂层，所述涂层被抛光用于暴露峰以保持紧密导电接触，同时涂层保持存在于谷中用于光滑插入过盈装配孔中。

[0015] 项 5. 根据项 1 中所限定的用于复合结构的接头，其中，软金属层被沉积在杆上，所述软金属层剪切用于插入过盈装配孔中，同时保持紧密导电接触。

附图说明

[0016] 图 1 是航行器制造和服务方法的流程图；

[0017] 图 2 是航行器的方框图；

[0018] 图 3 是具有光滑涂层的杆中的滚花的第一实施方式的立体图；

[0019] 图 4 是在杆中使用光滑涂层的滚花的细节截面图；

[0020] 图 5 是第二实施方式的立体图，该实施方式具有在杆的螺纹和引入部上的光滑涂层，在杆的引入部和头之间的软金属涂层；

[0021] 图 6 是杆的涂覆主体的细节截面图；

[0022] 图 7 是以过盈装配安装在复合接头中的孔中的第一实施方式或第二实施方式的紧固件的部分截面图；以及，

[0023] 图 8 是用于采用如实施方式中所限定的具有 EME 保护的紧固件系统的方法的流程图。

具体实施方式

[0024] 在不使用套管的情况下，本实施方式提供了通过紧固件的紧密导电接触用于各种 EME 保护要求，其中，各种 EME 保护要求包括雷击、高强度辐射域、故障电流、阴雨静电干扰和功能性接地。首个实施方式提供了具有其上添加干膜润滑涂层的粗糙杆表面的紧固件。然后，粗糙杆将被抛光以暴露峰中的紧固件贱金属并且在谷中保留光滑涂层。这保证了充分的导电性以维持用于闪电能量的高电流密度的键路径 (bond path) 以及用于过盈装配安装的润滑性。第二实施方式提供了具有两个变形例的紧固件杆。润滑涂层被至少添加至紧固件的引入几何体，而杆的剩余部分被涂覆有软金属。紧固件上的润滑涂层提供了足够的润滑性以确保紧固件可以被安装至过盈装配孔中，软金属确保良好的电键同时还有助于安装。在两个实施方式中，可以在没有套管的情况下完成过盈装配安装并且降低紧固件与结构之间的空隙防止空隙中的空气电离形成 HPE。

[0025] 参考附图，可在如图 1 中所示的航行器制造和服务方法 100 以及如图 2 中所示的航行器 102 的背景下描述本公开内容的实施方式。在预制造过程中，示例性方法 100 可包

括：航行器 102 的规格和设计 104 以及材料采购 106。在制造过程中，进行航行器 102 的部件和子组件制造 108 以及系统集成 110。之后，航行器 102 可进行认证和交付 112，以投入使用 114。在为客户提供服务期间，安排航行器 102 进行例行维护和保养 116（其还可包括改造、重新配置、翻新等）。

[0026] 可通过系统集成商、第三方和 / 或运营商（例如，客户）来执行或者实施方法 100 的各个过程。为了该描述的目的，系统集成商可包括但不限于任意数量的航行器制造商和主系统分包商；第三方可包括但不限于任意数量的承包商、分包商以及供应商；并且运营商可以是航空公司、租赁公司、军事实体、服务机构等。

[0027] 如图 2 所示，通过示例性方法 100 生产的航行器 102 可包括具有多个系统 120 和内部 122 的机体 118。高级系统 120 的实例包括推进系统 124、电气系统 126、液压系统 128 以及环境系统 130 中的一种或者多种。可包括任意数量的其他系统。尽管示出了航空航天的示例，但本发明的原理可以应用于诸如汽车工业的其它工业。

[0028] 在生产和服务方法 100 的任意一个或多个阶段过程中可采用本文中所呈现的设备和方法。例如，可以与航行器 102 在服务时制造部件或子组件类似的方式来制作或者制造对应于制造过程 108 的部件或子组件。另外，一个或多个设备的实施方式、方法的实施方式、或者其组合可以在生产阶段 108 和 110 期间使用，例如通过大幅加快航行器 102 的组件或者降低航行器 102 的成本。类似地，在航行器 102 处于服务时，一个或多个设备的实施方式、方法的实施方式、或者其组合可以例如且不限于用于维护和服务 116。

[0029] 本文中所描述的实施方式提供了紧固件系统，该紧固件系统提供在如图 1 和图 2 中所限定的航行器的方法或系统中的组件要求以及以上所描述的或任何相似的结构组件可以加以使用的 EME 保护。

[0030] 如图 3 中所示，紧固件系统的第一实施方式并入了具有杆 12 的紧固件 10，该杆在第一端上具有螺纹部 14 以及在第二端上具有头 16。紧固件中可包括抗旋转特征件（诸如，六角孔 17），在螺纹部 14 上安装螺母期间使用。引入部 18 提供从螺纹部 14 至杆 12 的主体 20 的过渡。引入部 18 可并入圆形肩部 19 或锥拨以过渡地过盈装配地啮合杆的主体和孔的内表面。主体 20 并入了可以通过滚花或类似机械处理产生的粗糙表面。在示例性实施方式中，峰至谷的高度应该在 0.0002 英寸和 0.001 英寸之间。光滑的干涂层被添加至主体上包括滚花的紧固件。针对示例性实施方式，干涂层是“铝颜料涂层”，其在示例性实施方式中是酚醛树脂基（如矩阵），并且包含润滑颜料、普通的铝粉或颗粒，诸如，BMS10-85 酚醛基铝颜料涂层。还可以采用防腐蚀添加剂。在可替代实施方式中，可以采用环氧基涂层、以及是树脂或陶瓷基的其他固体膜润滑剂、连带固体润滑添加剂。如图 4 中所示，对滚花杆进行抛光以从滚花峰 22 去除涂层，而在滚花谷 24 中保留涂层。滚花谷中的杆主体上的光滑表面区域和引入部 18 的几何体以及螺纹部被配置为将紧固件 10 过盈装配地适配为插入复合结构中的孔中以在不损坏复合结构的情况下扩展孔的内表面。然而，滚花杆主体的磨光的峰的接触表面区域在紧固件与孔表面之间提供紧密导电接触，如将在下面更加详细描述，允许转移大电流密度的电能。

[0031] 图 5 和图 6 中示出了第二实施方式。如在第一实施方式中，紧固件 10 并入了在第一端具有螺纹部 14 以及在第二端具有头 16 的杆 12。引入部 18 提供从螺纹部 14 至杆 12 的主体 20 的过渡。螺纹部 14 和引入部 18 被涂覆有光滑的干（以及电位兼容）涂层，诸如，

BMS10-85 酚醛基铝颜料涂层。可以通过浸渍、喷射或其他标准的有机涂层技术进行涂覆。主体 20 被涂覆有多层金属层压板。关于具有钛紧固件的示例性实施方式,粘附层 26 被至少沉积在主体 20 上。在示例性实施方式中,镀镍被采用为粘附层。在可替代实施方式中,可以采用铜或铁电镀并且可以通过真空沉积法取代电沉积来涂覆粘附层。然后,如图 6 中所示,软金属层 28 被沉积在粘附层之上。关于示例性实施方式,锡锌铋合金被采用。在可替代实施方式中,可以采用锡铋。在前者中,软金属层 28 是约 65% 的锡和约 32-33% 的铋,其余是铋。本领域已知的是,锡铋合金是标准的镉替换涂层。在后者中,软金属层并不作为牺牲层,而是可以是湿式安装以补偿。关于锡基涂层,铋有助于保护或阻滞锡瘟,锡的低温转换为脆性相。另外,固体添加剂可以被添加至涂层,诸如,PTFE 或氮化硼,其有助于包含 CFRP 的分层定高盘旋中的润滑性。在紧固件 10 的螺纹部 14 和引入部 18 上的光滑涂层允许初始插入过盈装配孔中。锡铋合金是软的,为继续将紧固件的主体 20 插入过盈装配孔中提供较低的剪切阻力。然而,锡铋合金具有高导电性并且在紧固件和孔表面之间提供紧密导电接触。可替代的实施方式可以采用钢基合金,诸如,锡钢或锌钢,它们是软的并且与铝电位兼容。合金(诸如,锡铝)可以经由真空沉积或特殊的电镀解决方案。在不使用粘附层的可替代实施方式中,可以采用诸如,铝聚酯或铝氮化硼通过热喷涂处理沉积涂层。

[0032] 如图 7 中所示,以上实施方式中的任一实施方式所描述的紧固件 10 被插入并入了复合层 32 的接头中的孔 30 中。在一个被联接元件是金属子结构 34(诸如,与复合层邻近的燃料箱壁)的具体有利的接头构造中,本实施方式提供了紧固件 10 与孔 30 的内表面之间的紧密接触,孔延伸穿过复合层 32 和金属子结构 34。在可能具有大电流密度(起因于在雷击条件下 100-200KA 峰值)的雷击或其他 EME 事件中,附至头 16 的电荷 36 向紧固件 10 下方传导,如箭头 38 表示的作为在滚花主体的峰中的外露紧固件金属和/或金属涂覆层(诸如,镍和锡铋),并且如箭头 40 表示的从紧固件穿过金属涂层或外露紧固件金属至金属子结构 34。由滚花峰 22 中的外露金属或软金属层 28 提供的紧密导电接触的组合,允许为与由 EME 事件要求的高达 $1.5 \times 10^6 \text{ amp/in}^2$ 的大电流密度有关的电能转移准备好路径并且过盈装配防止紧固件与孔结构之间的空隙以抑制 HPE 的形成。尽管本文中所述的实施方式与螺纹紧固件详细相关,但是对于其他紧固件系统来说,可以在可替代实施方式中采用诸如单面紧固件。

[0033] 如图 8 中所示,可以通过在步骤 802 中确定复合接头中的用于安装紧固件的孔来使用本文中所公开的实施方式安装紧固件用于 EME 保护。在步骤 804 中,针对孔中的过盈装配,建立紧固件直径以及配置紧固件的杆。在步骤 806 中,如通过滚花,粗糙表面被形成在紧固件的杆的主体上。在步骤 808 中,紧固件主体被涂覆光滑涂层。在步骤 810 中,抛光或擦亮粗糙表面以从粗糙表面的峰去除光滑涂层,但是允许涂层保留在谷中。可替代地,在步骤 812 中,粘附层被沉积在紧固件上,以及在步骤 814 中,软金属涂层被沉积在粘附层上。在步骤 816 中,光滑涂层被沉积在紧固件的螺纹部和引入部上。在步骤 818 中,紧固件然后被插入孔中,在步骤 820 中,过盈装配地在磨光的峰或软金属涂层和孔的表面之间形成紧密的导电接触,在步骤 822 中,在 EME 事件期间转移电能。

[0034] 如专利法规所要求的现已对本公开内容的各种实施方式进行了详细说明,本领域技术人员将认识到本文中所公开的具体实施方式的改变和替代。这类改变在以上权利要求所限定的本公开内容的范围和意图内。

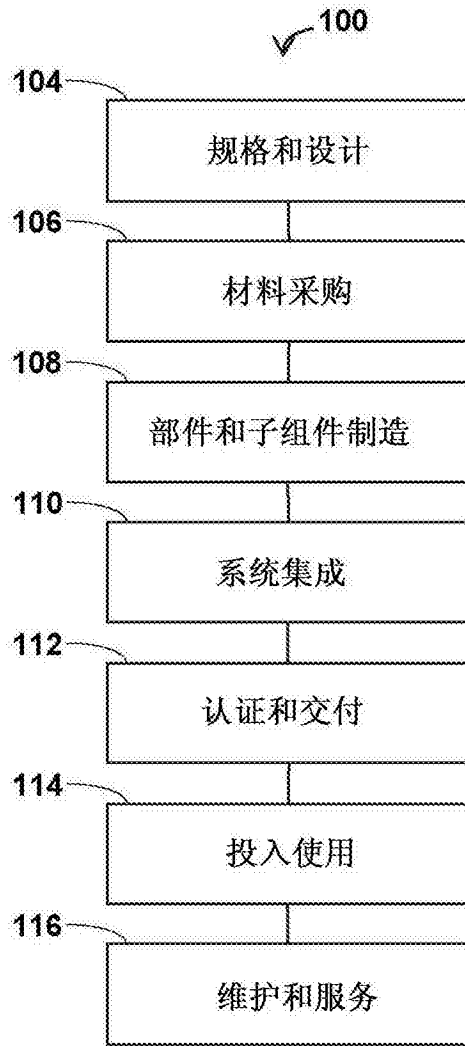


图 1

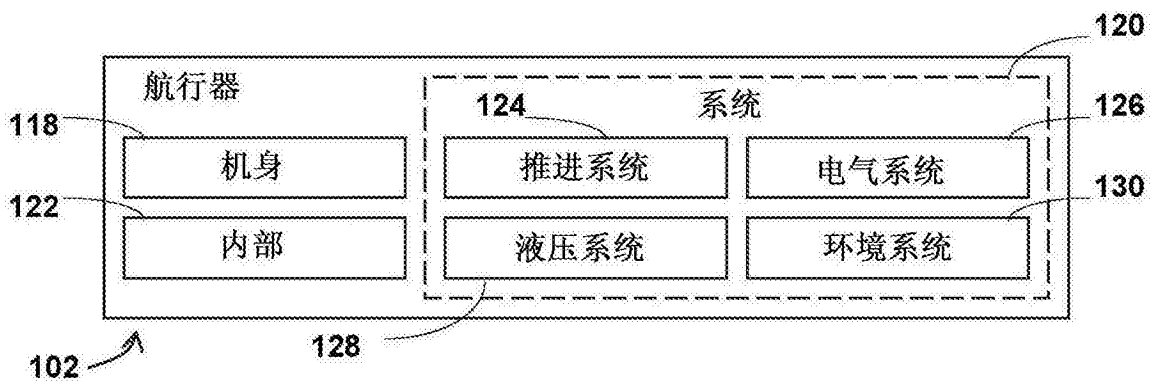


图 2

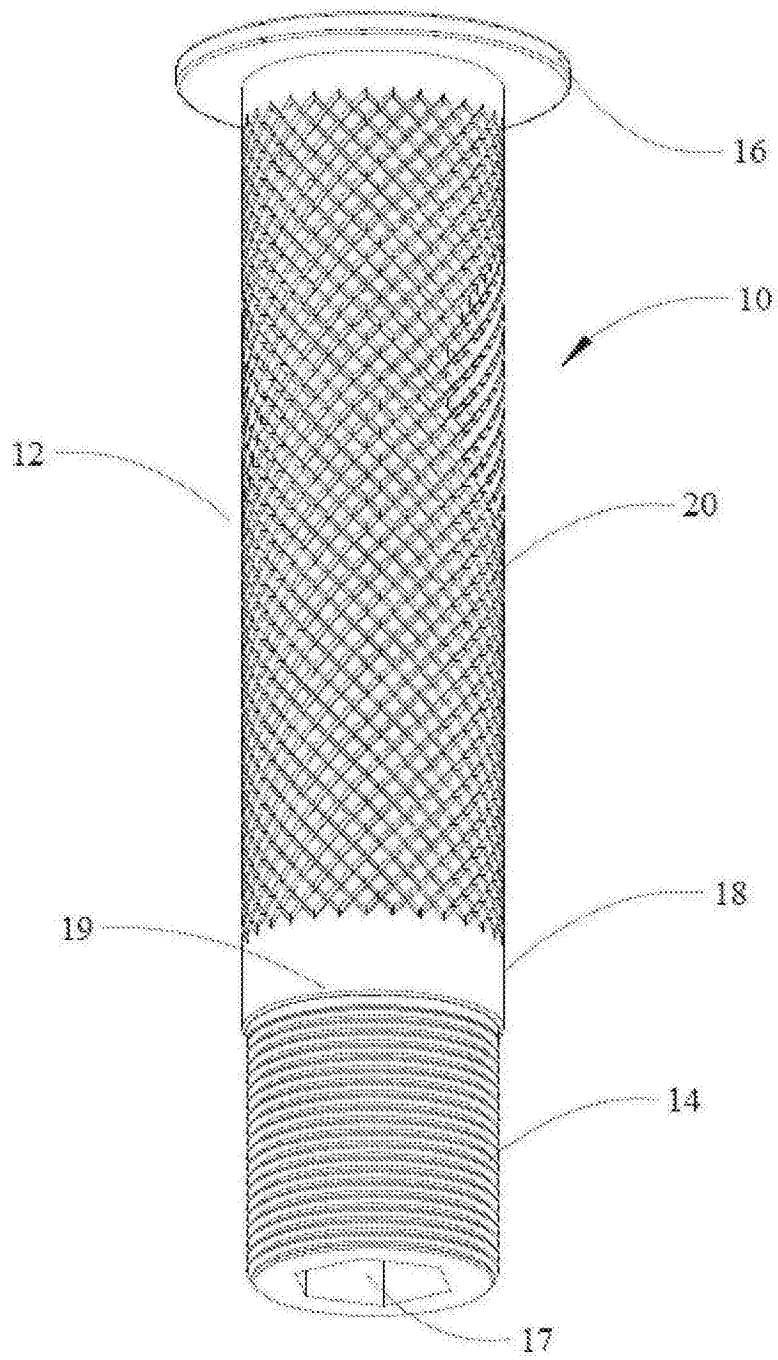


图 3

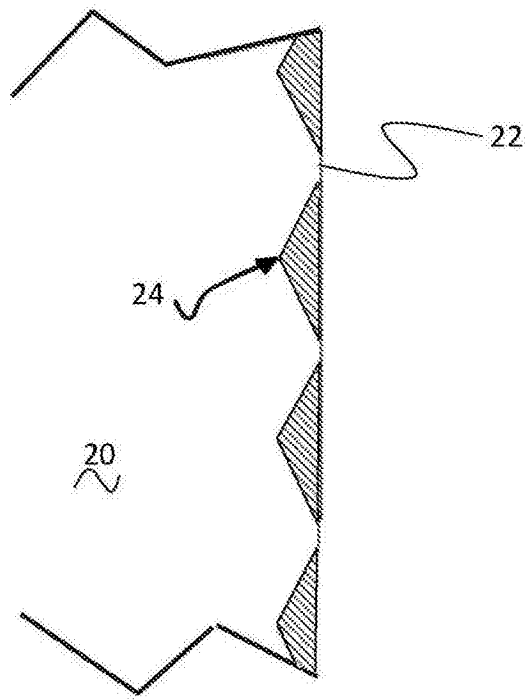


图 4

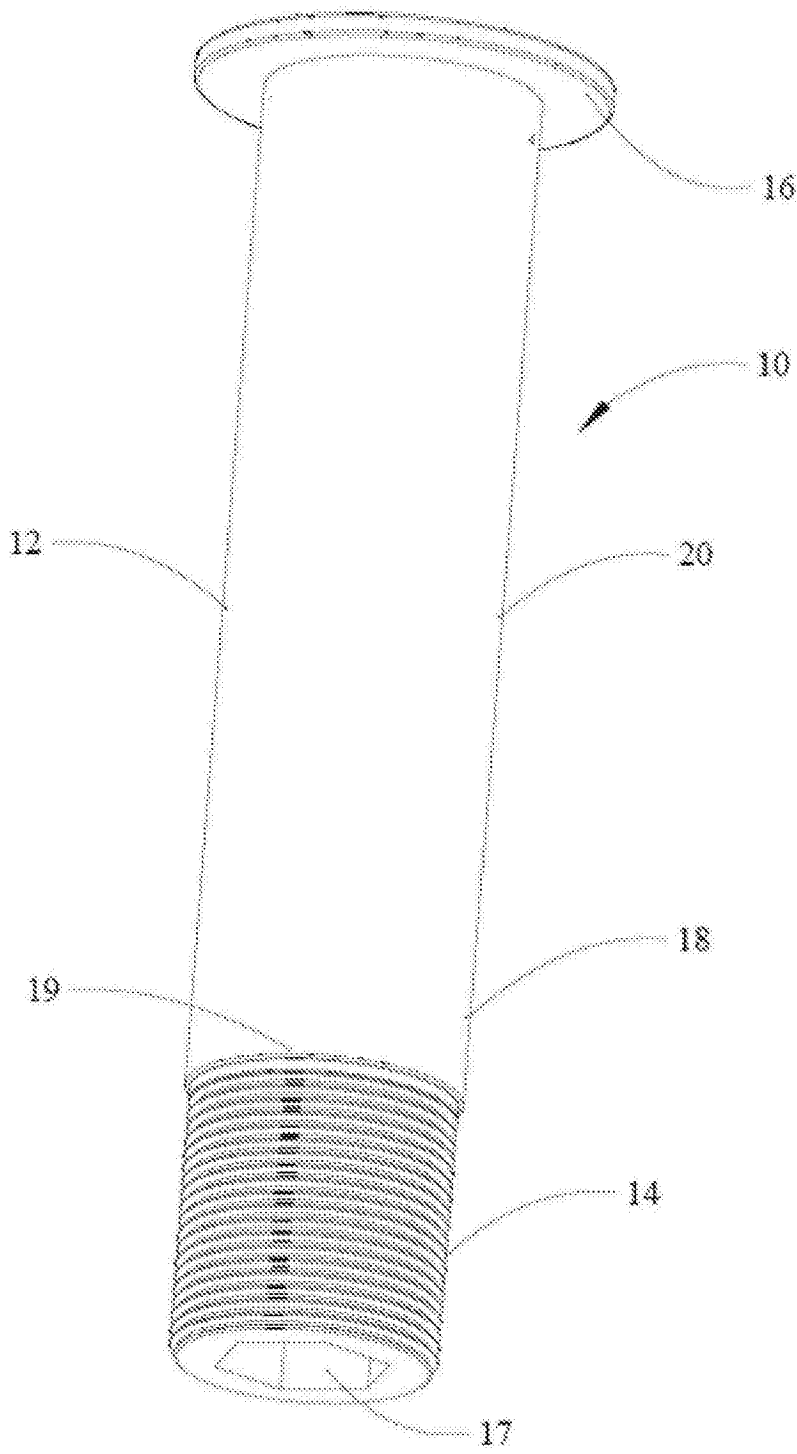


图 5

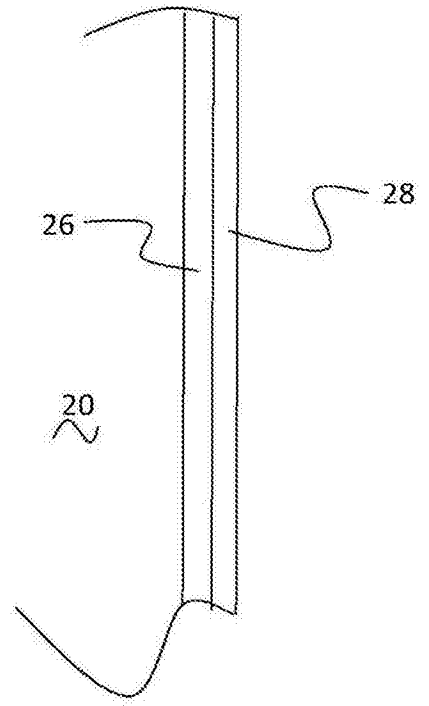


图 6

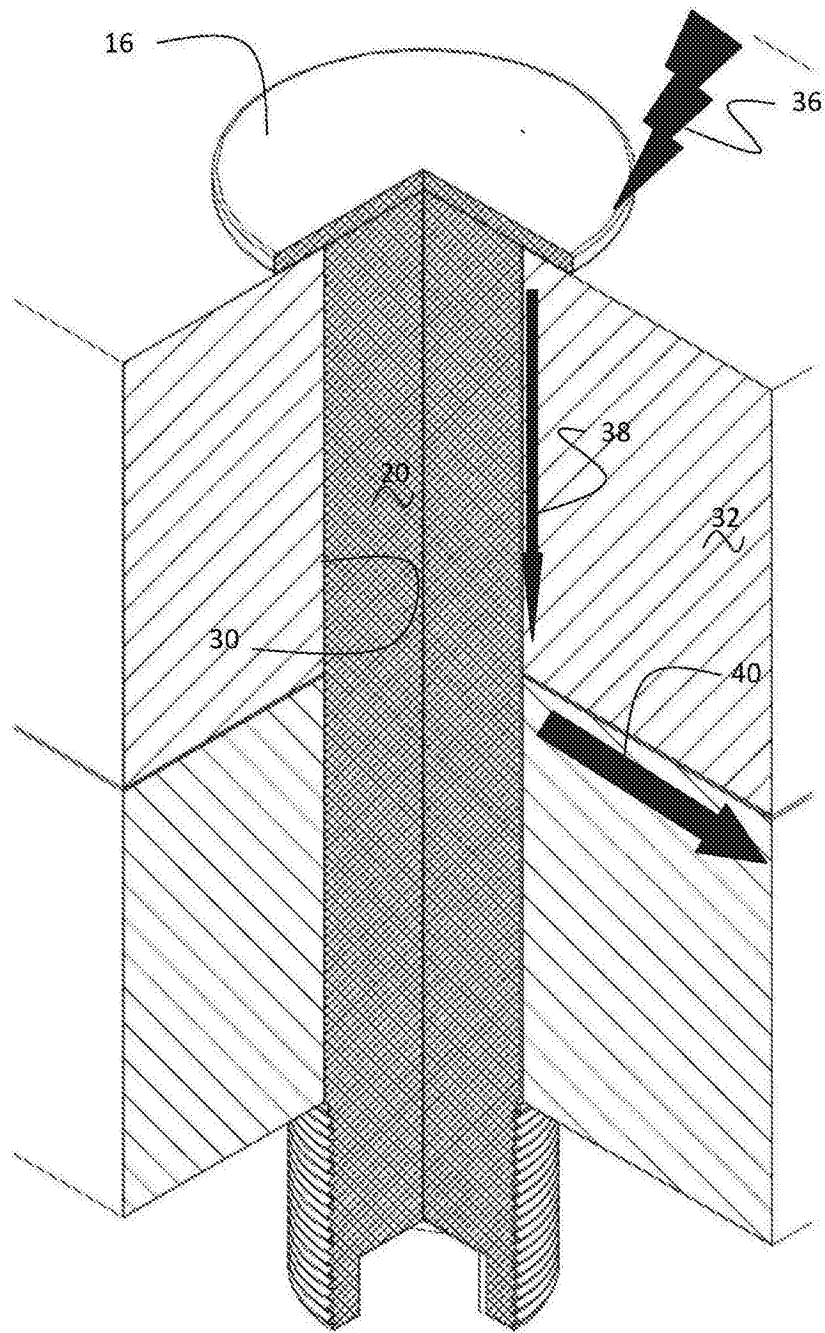


图 7

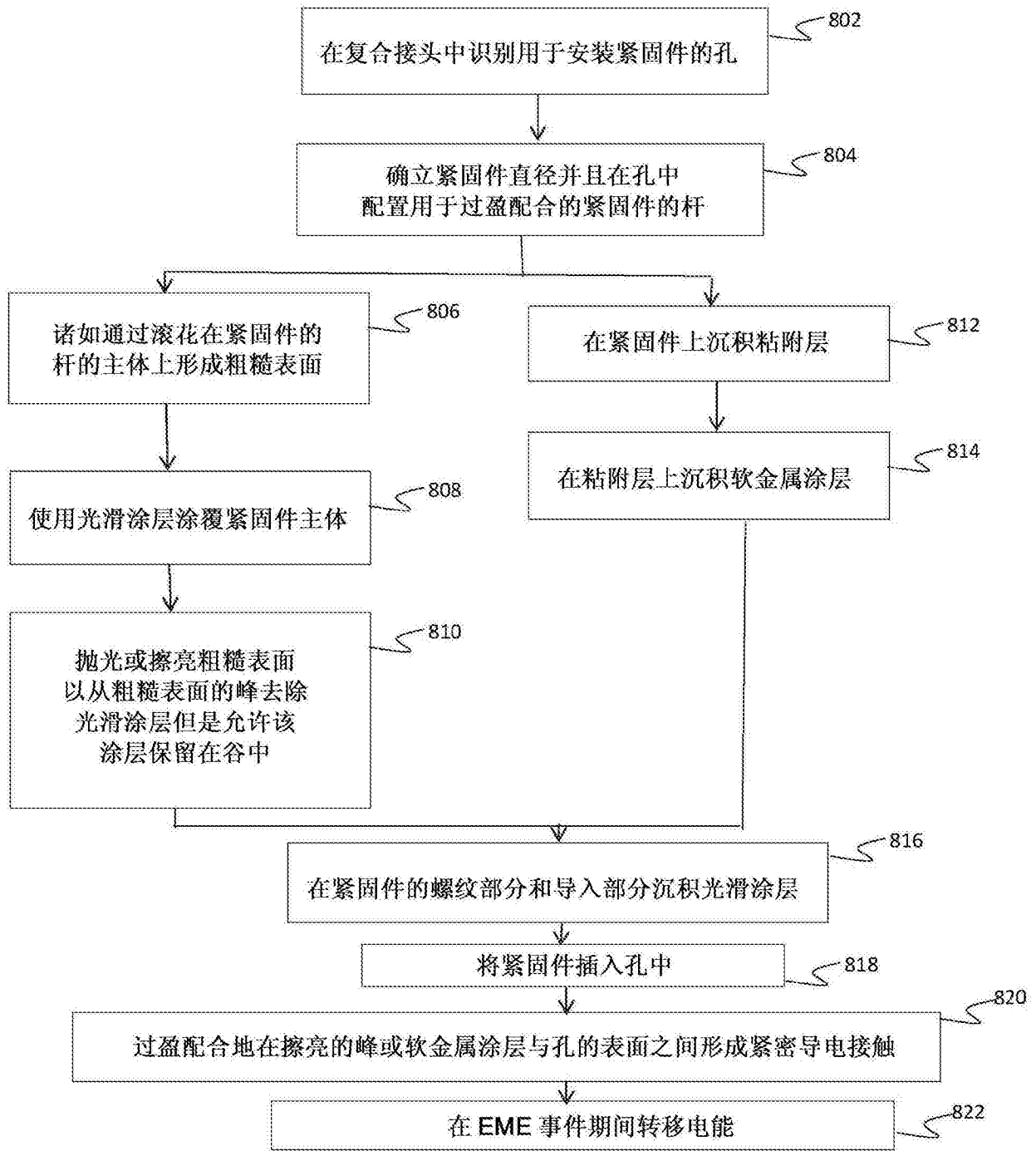


图 8