



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 205013478 U

(45) 授权公告日 2016. 02. 03

(21) 申请号 201520721902. 4

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

(22) 申请日 2015. 09. 17

(30) 优先权数据

62/051, 602 2014. 09. 17 US

(73) 专利权人 美铝公司

地址 美国宾夕法尼亚州

(72) 发明人 M·卡马尔 L·海洛克

H·穆拉兹莫格鲁 A·利布舍尔

G·里扎 R·品海罗

(74) 专利代理机构 北京市联德律师事务所

11361

代理人 王屹东

(51) Int. Cl.

F16B 35/00(2006. 01)

F16B 41/00(2006. 01)

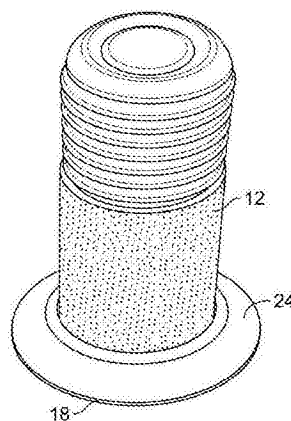
权利要求书2页 说明书6页 附图4页

(54) 实用新型名称

具有涂层化和织构化的销构件的紧固件

(57) 摘要

用于紧固件的销构件包括细长的杆体, 所述杆体具有第一端, 与所述第一端相对的第二端, 具有外表面的圆柱形杆体部, 位于所述细长的杆体的所述第一端的头部和位于所述细长的杆体的所述第二端的螺纹部分, 所述头部包括位于所述头部下表面的支撑面。所述头部的支撑面和所述圆柱形杆体部的所述外表面中的一个或者两个涂覆有涂层和/或被织构化。该涂层可以是钨、钼、铜或耐熔陶瓷。被织构化的表面包括大于 0.5 微米的表面粗糙度。



1. 一种销构件,包括:

细长的杆体,所述杆体具有第一端,与所述第一端相对的第二端,具有外表面的圆柱形杆体部,位于所述细长的杆体的所述第一端的头部和位于所述细长的杆体的所述第二端的螺纹部分,所述头部包括位于所述头部的所述下表面的支撑面,

其中,所述头部的所述支撑面涂覆有涂层。

2. 根据权利要求 1 所述的销构件,其特征在于,所述涂层选自由钨、钼、钽、铌和耐熔陶瓷所组成的组。

3. 根据权利要求 1 所述的销构件,其特征在于,所述涂层选自由铜和银所组成的组。

4. 根据权利要求 3 所述的销构件,其特征在于,所述头部的所述支撑面被织构化。

5. 根据权利要求 4 所述的销构件,其特征在于,所述头部的所述织构化支撑面包括大于 0.5 微米的表面粗糙度。

6. 根据权利要求 1 所述的销构件,其特征在于,所述圆柱形杆体部的所述外表面涂覆有所述涂层。

7. 根据权利要求 6 所述的销构件,其特征在于,所述涂层选自由钨、钼、钽、铌和耐熔陶瓷所组成的组。

8. 根据权利要求 6 所述的销构件,其特征在于,所述涂层选自由铜和银所组成的组。

9. 根据权利要求 1 所述的销构件,其特征在于,所述圆柱形杆体部的所述外表面被织构化。

10. 根据权利要求 9 所述的销构件,其特征在于,所述圆柱形杆体部的所述织构化外表面包括大于 0.5 微米的表面粗糙度。

11. 根据权利要求 6 所述的销构件,其特征在于,所述圆柱形杆体部的所述外表面被织构化。

12. 根据权利要求 11 所述的销构件,其特征在于,所述圆柱形杆体部的所述织构化外表面包括大于 0.5 微米的表面粗糙度。

13. 根据权利要求 6 所述的销构件,其特征在于,所述头部的所述支撑面被织构化。

14. 根据权利要求 13 所述的销构件,其特征在于,所述头部的所述织构化支撑面包括大于 0.5 微米的表面粗糙度。

15. 根据权利要求 6 所述的销构件,其特征在于,所述头部的所述支撑面被织构化。

16. 根据权利要求 15 所述的销构件,其特征在于,所述头部的所述织构化支撑面包括大于 0.5 微米的表面粗糙度。

17. 根据权利要求 15 所述的销构件,其特征在于,所述圆柱形杆体部的所述外表面涂覆有所述涂层。

18. 根据权利要求 17 所述的销构件,其特征在于,所述涂层选自由钨、钼、钽、铌和耐熔陶瓷所组成的组。

19. 根据权利要求 17 所述的销构件,其特征在于,所述涂层选自由铜和银所组成的组。

20. 一种销构件,包括:

细长的杆体,所述杆体具有第一端,与所述第一端相对的第二端,具有外表面的圆柱形杆体部,位于所述细长的杆体的所述第一端的头部和位于所述细长的杆体的所述第二端的螺纹部分,所述头部包括位于所述头部下表面的支撑面,

其中,所述头部的所述支撑面被织构化。

21. 根据权利要求 20 所述的销构件,其特征在于,所述头部的所述织构化支撑面包括大于 0.5 微米的表面粗糙度。

22. 根据权利要求 20 所述的销构件,其特征在于,所述圆柱形杆体部涂覆有涂层。

23. 根据权利要求 22 所述的销构件,其特征在于,所述涂层选自由钨、钼、钽、铌和耐熔陶瓷所组成的组。

24. 根据权利要求 22 所述的销构件,其特征在于,所述涂层选自由铜和银所组成的组。

25. 根据权利要求 22 所述的销构件,其特征在于,所述圆柱形杆体部被织构化。

26. 根据权利要求 25 所述的销构件,其特征在于,所述圆柱形杆体部的所述织构化外表面包括大于 0.5 微米的表面粗糙度。

27. 一种销构件,包括:

细长的杆体,所述杆体具有第一端,与所述第一端相对的第二端,具有外表面的圆柱形杆体部,位于所述细长的杆体的所述第一端的头部和位于所述细长的杆体的所述第二端的螺纹部分,所述头部包括位于所述头部下表面的支撑面,

其中,所述圆柱形杆体部的所述外表面涂覆有涂层。

28. 根据权利要求 27 所述的销构件,其特征在于,所述涂层选自由钨、钼、钽、铌和耐熔陶瓷所组成的组。

29. 根据权利要求 27 所述的销构件,其特征在于,所述涂层选自由铜和银所组成的组。

30. 根据权利要求 27 所述的销构件,其特征在于,所述圆柱形杆体部的所述外表面被织构化。

31. 根据权利要求 30 所述的销构件,其特征在于,所述圆柱形杆体部的所述织构化外表面包括大于 0.5 微米的表面粗糙度。

32. 一种销构件,包括:

细长的杆体,所述杆体具有第一端,与所述第一端相对的第二端,具有外表面的圆柱形杆体部,位于所述细长的杆体的所述第一端的头部和位于所述细长的杆体的所述第二端的螺纹部分,所述头部包括位于所述头部下表面的支撑面,

其中,所述圆柱形杆体部的所述外表面被织构化。

33. 根据权利要求 32 所述的销构件,其特征在于,所述圆柱形杆体部的所述织构化外表面包括大于 0.5 微米的表面粗糙度。

具有涂层化和织构化的销构件的紧固件

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请与共同拥有的、未审决的美国临时专利申请 No. 62/051,602 有关并要求该美国临时专利申请的权益,该美国临时专利申请于 2014 年 9 月 17 日提交,名称为“具有涂层化和织构化的销构件的紧固件 (FASTENER WITH COATED AND TEXTURED PIN MEMBERS)”,其全部内容在此通过引用整体并入本文。

技术领域

[0003] 本实用新型涉及紧固件,更具体地说,是涉及具有涂层化和 / 或织构化的销构件的紧固件。

背景技术

[0004] 连续纤维增强复合材料在主要的和次要的飞机组件中被广泛使用以适用主要关注质量轻、更高的强度和耐蚀性的多种应用。复合材料典型地由在某些方向取向并环绕在支持性聚合物基质中的细碳纤维构成。因为多层复合材料以多种角度被布置,并取决于主要的负载的方向,所合成的结构通常是高度各向异性和异质的堆积层状结构。复合结构的重要部分被构造成近净成形,但复合结构得钻孔以便有利于使用机械紧固件连接组件。与在铝或钢上钻紧固孔相比,在复合材料上钻紧固孔不具有均匀性,因为个别碳纤维在不规则的角度断裂并在紧固件和孔之间构成了微孔。随着剪切工具磨低,表面碎屑增加,毛边纤维或树脂和分层的量增加。包含这些缺陷的复合材料微结构被称作“加工引起的微织构”。

[0005] 除了它们的加工挑战,与金属结构相比,飞机中的复合结构更易受雷击损害。诸如铝的金属材料导电性很好,并且能够消散雷击引起的电流。碳纤维在抗电流的流动方面比铝高 100 倍。类似地,环氧树脂常被用作连接碳纤维的基质,它的电阻比铝的电阻高 100 万倍。飞机的复合结构断面通常表现得类似于各向异性导电体。因此,由于碳纤维和环氧树脂本身的高电阻,多层的构造以及该结构的各向异性的本质,复合结构的雷电保护更加复杂。据估算,每年每架服役的商用飞机平均被雷击至少一次。飞机在雷雨或者雷雨周围飞行经常会遭受直击雷以及旁侧闪击,这可能在飞机上产生电晕和流光。在这种情况下,闪电放电通常在飞机上产生,并从飞机向外延伸。当发生放电时,附着点从飞机的头部移动并进入不同的平衡飞机蒙皮的嵌板。放电通常穿过飞机的尾翼而离开飞机结构。

[0006] 保护飞机燃料系统免于因闪电而导致燃料蒸汽点燃甚至是更加至关重要的。因为商用飞机含有相对大量的燃料,也包含非常敏感的电子设施,为了确保运行,所以要求它们符合特定的一组与雷击保护有关的规定。众所周知的是,紧固件通常是用于将闪电电流从飞机蒙皮导通到诸如翼梁或翼肋等的支撑结构的主要路径,并且紧固件主体和上述结构的部件之间的不良电接触能够导致有害的紧固件电弧或电火花。

[0007] 为了避免在紧固件 / 复合结构界面上发生潜在的点火,一些飞机使用与紧固孔紧密接触的紧固件。已经知道的是,裸露的金属紧固件和复合结构上的孔之间的紧密接触是电流消散的最佳条件。一种实现紧固件 - 复合材料孔之间紧密性的方式是使用有套筒的紧

固件。这种方式包含首先将紧密配合的套筒插入到孔中。然后将过盈配合的销牵拉入套筒中。这使套筒膨胀以使它与复合结构中的孔壁接触。虽然套筒实质上减少了紧固件和复合结构之间的间隙,但是它不能消除由于钻孔引起的横跨复合材料内孔表面的织构的存在所产生的小间隙。这种加工所引起的织构也使得额外的密封剂和绝缘材料陷入其中,从而抑制了套筒和孔之间的紧密接触。随着切割工具磨损,这种情况变得更糟,从而导致更多且更大的加工引起的缺陷。

[0008] 为了避免这种情况,所述电流必须通过垂直于紧固孔的碳纤维消散。如果紧固件没有与孔的内侧紧密接触,那么瞬时热能使间隙中的空气 / 金属蒸汽离子化,并产生以火花形式喷出的电弧等离子体。金属紧固件本身的高导电性与飞机构造中所使用的大量紧固件结合导致了闪电附着到紧固件的可能性增大。

实用新型内容

[0009] 本实用新型所解决的技术问题是提供一种具有能够保护飞机或其他结构免受其上雷击影响的紧固件。

[0010] 在一种实施方式中,一种销构件,包括细长的杆体,所述杆体具有第一端,与所述第一端相对的第二端,具有外表面的圆柱形杆体部,位于所述细长的杆体的所述第一端的头部和位于所述细长的杆体的所述第二端的螺纹部分,所述头部包括位于所述头部下表面的支撑面,其中,所述头部的所述支撑面涂覆有涂层。在一种实施方式中,所述涂层选自由钨、钼、钽、铌和耐熔陶瓷所组成的组。在另一种实施方式中,所述涂层选自由铜和银所组成的组。在一种实施方式中,所述头部的所述支撑面被织构化。在一种实施方式中,所述头部的所述织构化支撑面包括大于 0.5 微米的表面粗糙度。在一种实施方式中,所述圆柱形杆体部的所述外表面涂覆有所述涂层。在一种实施方式中,所述圆柱形杆体部的所述外表面被织构化。在一种实施方式中,所述圆柱形杆体部的所述织构化外表面包括大于 0.5 微米的表面粗糙度。

[0011] 在另一种实施方式中,一种销构件,包括细长的杆体,所述杆体具有第一端,与所述第一端相对的第二端,具有外表面的圆柱形杆体部,位于所述细长的杆体的所述第一端的头部和位于所述细长的杆体的所述第二端的螺纹部分,所述头部包括位于所述头部下表面的支撑面,其中,所述头部的所述支撑面被织构化。在一种实施方式中,所述头部的所述织构化支撑面包括大于 0.5 微米的表面粗糙度。在一种实施方式中,所述圆柱形杆体部涂覆有涂层。在一种实施方式中,所述涂层选自由钨、钼、钽、铌和耐熔陶瓷所组成的组。在另一种实施方式中,所述涂层选自由铜和银所组成的组。在一种实施方式中,所述圆柱形杆体部被织构化。在一种实施方式中,所述圆柱形杆体部的所述织构化外表面包括大于 0.5 微米的表面粗糙度。

[0012] 在一种实施方式中,一种销构件,包括细长的杆体,所述杆体具有第一端,与所述第一端相对的第二端,具有外表面的圆柱形杆体部,位于所述细长的杆体的所述第一端的头部和位于所述细长的杆体的所述第二端的螺纹部分,所述头部包括位于所述头部下表面的支撑面,其中,所述圆柱形杆体部的所述外表面涂覆有涂层。在一种实施方式中,所述涂层选自由钨、钼、钽、铌和耐熔陶瓷所组成的组。在另一种实施方式中,所述涂层选自由铜和银所组成的组。在一种实施方式中,所述圆柱形杆体部的所述外表面被织构化。在一种实

施方式中,所述圆柱形杆体部的所述织构化外表面包括大于 0.5 微米的表面粗糙度。

[0013] 在另一种实施方式中,一种销构件,包括细长的杆体,所述杆体具有第一端,与所述第一端相对的第二端,具有外表面的圆柱形杆体部,位于所述细长的杆体的所述第一端的头部和位于所述细长的杆体的所述第二端的螺纹部分,所述头部包括位于所述头部下表面的支撑面,其中,所述圆柱形杆体部的所述外表面被织构化。在一种实施方式中,所述圆柱形杆体部的所述织构化外表面包括大于 0.5 微米的表面粗糙度。

[0014] 在一种实施方式中,一种紧固件包括具有表面的销构件,所述表面的特征在于适用于雷击保护。在一种实施方式中,所述紧固件包括锁定构件。在一种实施方式中,所述锁定构件是螺母。在另一种实施方式中,所述锁定构件是轴环。在一种实施方式中,所述销构件是螺栓。

[0015] 本实用新型的紧固件相对于现有技术的紧固件所具有的优点在于:所述销构件的某些部分(即,所述头部和所述圆柱形杆体部中的一个或两个)被涂层所涂覆和/或被织构化以提高与结构的电接触并且阻止了电弧所产生的残基或等离子体的形成。所述销构件的涂层化和/或织构化表面使其能将来自雷击的电力负载转移到复合结构,以减少损伤的可能性。在电弧放电事件仍然发生的情况下,涂层化和/或织构化的表面减少了所产生的等离子体的量,使其更有可能被螺母所控制,并且降低提供点火源(例如,诸如燃料箱)的风险。

附图说明

[0016] 图 1 是具有由一种材料涂覆的选定表面的销构件的一个实施例的侧视图;

[0017] 图 2 是垫圈的一个实施例的仰视图;

[0018] 图 3 是图 1 和图 2 分别示出的销构件和垫圈组装在一起的仰视图;

[0019] 图 4 是图 1 所示涂层化的销构件的外表面的一个实施例的照片;

[0020] 图 5 是图 1 所示涂层化的销构件一个实施例的外表面形貌的照片;

[0021] 图 6 和图 7 是具有织构化表面的销构件的一个实施例的照片。

具体实施方式

[0022] 参照图 1,在一种实施方式中,销构件 12 包括细长的杆体 14,杆体 14 具有圆柱形杆体部 16,在圆柱形杆体部 16 一端的头部和在圆柱形杆体部 16 的另一端的螺纹部分 20。在一种实施方式中,头部 18 是埋头型的头部。在一种实施方式中,包括头部 18 的下表面 21(例如,支撑面)的头部 18 的外表面和圆柱形杆体部 16 的外表面涂覆有涂层 22。在一种实施方式中,涂层 22 是钨。在另一种实施方式中,涂层 22 是钼。在另一种实施方式中,涂层 22 是耐熔金属,诸如钽和铌。在另一种实施方式中,涂层 22 是耐熔陶瓷,诸如氧化铝(Al_2O_3)、二氧化硅(SiO_2)或其它金属氧化物。在另一种实施方式中,只有头部 18 的外表面涂覆有涂层 22。在另一种实施方式中,只有圆柱形杆体部 16 的外表面涂覆有涂层 22。在一种实施方式中,涂层 22 降低了接触电阻,并减少了引弧/损伤的可能性。在一种实施方式中,涂层 22 包括高的导电率(高于 20% IACS),并且与结构是电化学兼容的(galvanically compatible)(例如,阳极指标(anodic index)小于 1.0V)以抗腐蚀。在一种实施方式中,所述结构包括复合结构。在另一种实施方式中,所述结构包括金属结构。在另一种实施方

式中,所述结构包括纤维金属层状结构。

[0023] 在一种实施方式中,涂层 22 是具有大约 1 纳米到大约 200 微米范围内的厚度的薄膜涂层。在一种实施方式中,通过物理气相沉积来施加涂层 22。在另一种实施方式中,通过化学气相沉积来施加涂层 22。在另一种实施方式中,通过选择性添加处理来施加涂层 22。在另一种实施方式中,通过电镀来施加涂层 22。在另一种实施方式中,通过喷雾法来施加涂层 22。在另一种实施方式中,通过冷喷法来施加涂层 22。在另一种实施方式中,通过热喷法来施加涂层 22。在另一种实施方式中,通过等离子体喷涂来施加涂层 22。在另一种实施方式中,通过溅射沉积法来涂施加涂层 22。

[0024] 在另一种实施方式中,头部 18 和圆柱形杆体部 16 的外表面被织构化。在一种实施方式中,销构件 12 的头部 18 和圆柱形杆体部 16 的外表面被织构化,以与在复合结构中的被钻的紧固孔中内在的由加工引起的微织构相一致,并且提供了在销构件 12 和该复合结构之间的机械咬合。在一种实施方式中,织构化的销构件 12 在安装紧固件的过程中挖掘出过量的被包埋的密封剂,而使紧固件与该结构紧密接触,由此降低了界面处的接触电阻。本文中所使用的术语“紧密接触”意指销构件 12 的织构化外表面被变形进入销构件和复合结构之间所有的或实质上所有的孔隙。在另一种实施方式中,仅头部 18 的外表面被织构化。在另一种实施方式中,仅圆柱形杆体部 16 的外表面被织构化。

[0025] 在一种实施方式中,通过诸如介质喷砂等的表面重塑方法生成销构件 12 的织构化表面。在一种实施方式中,销构件 12 的织构化表面被喷砂处理。在一种实施方式中,喷砂处理采用细粒度玻璃珠介质(100-170 目)。在一种实施方式中,直到销构件 12 的外表面的全部范围被织构化才进行喷砂处理。在一种实施方式中,喷砂处理进行至少一分钟。在一种实施方式中,喷砂处理进行大约一分钟。在一种实施方式中,喷砂处理进行两次。在另一种实施方式中,销构件 12 的织构化表面通过去除工艺而生成,所述去除工艺例如选择性的电刻蚀法,激光蚀刻,喷砂和机械抛光。在另一种实施方式中,销构件 12 的织构化表面通过化学蚀刻来生成。在一种实施方式中,所述化学蚀刻利用 50/50 盐酸(HCl)。在一种实施方式中,所述化学蚀刻进行大约 30 分钟。在一种实施方式中,销构件 12 用蒸馏水清洗大约 15-20 秒,并用加压的室温空气干燥大约 1 到 2 分钟。

[0026] 在另一种实施方式中,销构件 12 的头部 18 和圆柱形杆体部 16 的表面通过如上所述的涂层工艺和织构化工艺的组合而被涂层化和织构化。在一种实施方式中,所述涂层化和织构化工艺的组合能基于其特定的负载图案被用于形成销构件 12 的功能特征。例如,在一种实施方式中,其中预负载是高的,进行织构化/涂层化以降低接触电阻。在没有预负载且与复合层没有紧密接触的位置,希望减少等离子的生成和电弧形成/损害。

[0027] 在一种实施方式中,销构件 12 是紧固件的一部分,所述紧固件适于将多个工件彼此固定在一起,并且适于被安装在这些工件的对准的孔内。在一种实施方式中,所述工件由复合材料制成。在另一种实施方式中,所述工件由金属制成。在另一种实施方式中,所述工件由纤维金属层状材料制成。在一种实施方式中,所述紧固件包括锁定构件(图中未示出)。在一种实施方式中,所述锁定构件是螺母。在另一种实施方式中,所述锁定构件是轴环。在一种实施方式中,紧固件 10 包括销构件 12 和安装在销构件 12 的头部 18 的支撑面 21 上的垫圈 24,如图 2 和 3 所示,并将在下文进一步详细讨论。

[0028] 在飞机经历雷击时,闪电通常先附着于销构件 12 的头部 18。在一种实施方式中,

涂层化和 / 织构化的销构件 12 提高了接触电阻。这样,所有的固体表面在微观尺度是粗糙的,两个工体之间的接触在由两个表面上的凸出物之间的机械接触产生的离散点处发生。对于所有的固体材料而言,真实接触面积是表观接触面积的一小部分。随着所述接触点的靠近,电流线变得更加扭曲,并且流线归拢到一起穿过“a 点”。电结点由大量接触“a 点”构成,电流通过“a 点”从一个连接器组件传导到另一个连接器组件,并且通常被以界面的接触电阻来表征。

[0029] 当利用间隙配合在复合结构中安装紧固件时,被安装的销构件 12 的初始负载支撑面是头部 18 的支撑面 21。这是一种如下所述的电接触:通过该电接触希望传导高频和高压电流,并且该电接触是有效的对雷击的第一防线。如果所述电流具有容易流动的路径,将不会发生电弧以及产生的损害。由于材料不同、类似于飞机密封剂等的电绝缘层和 / 或在复合材料的不规则的切割图案和表面上的硬氧化层的存在,所述销或螺栓到复合材料的界面被证明可以是无效的电接触。为了允许电流容易通过销 / 螺栓而流动到复合界面,希望界面接触电阻是低的。

[0030] 接触电阻高度依赖于施加在两个表面上使所述表面接触的负载以及接触的材料表面的电学和机械性能。在界面处具有高导电性的软材料降低了接触电阻,更高的负载也同样能够降低接触电阻。销构件接合处的负载由预负载来提供,并且主要依赖于几何形状 / 设计。如上所述,为了更好地与所述结构接触,使用头部 18 的支撑面 21 上的织构或材料涂层 22 以在接触界面上提供低电阻率的材料和软的均匀层。具有高导电性的软材料,诸如铜、银或其他金属 / 材料能够被用于降低接触电阻(参见图 2 和 3 所示的铜垫圈 24)。

[0031] 如上所述,销构件 12 的表面也能被织构化以使得与周围的复合层更好的紧密接触。当安装织构化的销构件 12 时,织构化的销构件变形进入到在给复合层钻孔过程中所产生的小空隙中。当织构化的表面变形到空隙中时,它们在紧固件安装过程中置换了被包埋的密封剂。销构件 12 的插入使得过量的密封剂被挤到销构件 12 / 复合材料界面的外面。因此,织构化的销构件 12 在紧固件的安装过程中挖掘出了过量的被包埋的密封剂而使销构件 12 与复合结构紧密接触。为了提高均匀性和机械咬合的水平,通过调整销构件 12 表面的抛光织构以提供表面微粗糙度 (Sa) 值。在一种实施方式中,表面粗糙度 (Sa) 大于 0.5 微米。

[0032] 如上所述,图 1 示出了具有钨涂层的销构件 12 的一个实施例。在一种实施方式中,使用等离子体喷涂在销构件 12 上沉积钨并获得等于或大于 7 微米的表面粗糙度 (Sa)。图 2 示出了垫圈 24,并且图 3 示出了在其上安装垫圈 24 的销构件 12,从而提高头部 18 的支撑面 21 上的复合材料层的紧密性。在一种实施方式中,垫圈 24 是截头圆锥,其形状和尺寸被调整以安装在头部 18 的支撑面 21 上。在另一种实施方式中,这也能通过在头部 18 的支撑面 21 涂覆铜来实现。在另一种实施方式中,垫圈 24 是自备垫圈 (captive washer)。在另一种实施方式中,垫圈 24 涂覆有涂层。在一种实施方式中,垫圈 24 的所述涂层包括涂层 22。

[0033] 图 4 示出了涂层化销构件 12 的织构差异的照片,而图 5 示出了涂层化销构件 12 的表面形貌。在一种实施方式中,销构件 12 的涂层化表面具有 7.5 微米的平均表面粗糙度 (Sa)。图 6 和 7 分别是 40× 和 190× 放大倍数下的织构化销构件 12 的照片。如图 6 和 7 中所示,织构化销构件 12 表现出实质上的粗加工。在一种实施方式中,织构化销构件 12 提

供了沿着销构件 12 的织构化表面改进的电接触,这使得由密封剂引起的介电效应减少到最小,促进了更容易地传导电流,降低了跨销构件 12/ 复合材料界面的电势,并由此使得在没有任何如电弧放电的击穿效应的情况下传导电流。

[0034] 在一种实施方式中,在间隙配合的孔中,在销构件 12 的杆体部 14 和复合材料层之间没有预负载,因此电接触是相对弱的。因此,确保销构件 12 和复合材料层之间有效的电流流动将是困难的。在足够的电流没有通过头部 18 的支撑面 21 被传导的情况下,将有可能在杆体部 14 和邻近的复合材料层之间的间隙处发生电弧放电。在这种情况下,电弧放电的形成通常在金属蒸汽本身中开始。具有高导电率的高温熔融材料的出现将确保不会出现足够的金属蒸汽以启动电弧放电。即使开始电弧放电,等离子体量将是少的。如果接触是有效的,更高的导电率也将确保电流更容易地在杆体部 14 和复合材料层之间传导。如前所述,在某些实施方式中,如钨、钼或耐熔金属 / 陶瓷能被用作销构件 12 的杆体部 14 上的涂层 22,以确保减少电弧放电损伤。因为雷击生成高频电流,电流由于“趋肤效应”一般将紧紧靠紧固件表面流动。销构件 12 上的涂层也有助于以下方面:更高温度熔点和高导电率的材料将携带大部分电流,从而减少紧固件熔融或等离子体生成的可能性。

[0035] 因此,涂层化 / 织构化的销构件 12:

[0036] • 改进了复合材料和紧固件表面之间的电接触;

[0037] • 尽可能地减少了雷击过程中紧固件的电弧放电;

[0038] • 提供了间隙填充和机械咬合的能力;

[0039] • 降低了在紧固件杆体部周围电弧放电的过程中等离子体形成的可能性;

[0040] • 在紧固件中发生电弧放电的情况下,减少生成等离子体的量以使其更容易地得到控制。

[0041] 应该理解的是,本文公开的实施方式仅是示例性的,而且在不背离本实用新型的精神和范围的情况下,本领域的技术人员可以做出多种变化和修改。所有的这些变化和修改都旨在被包括在本实用新型的范围内。

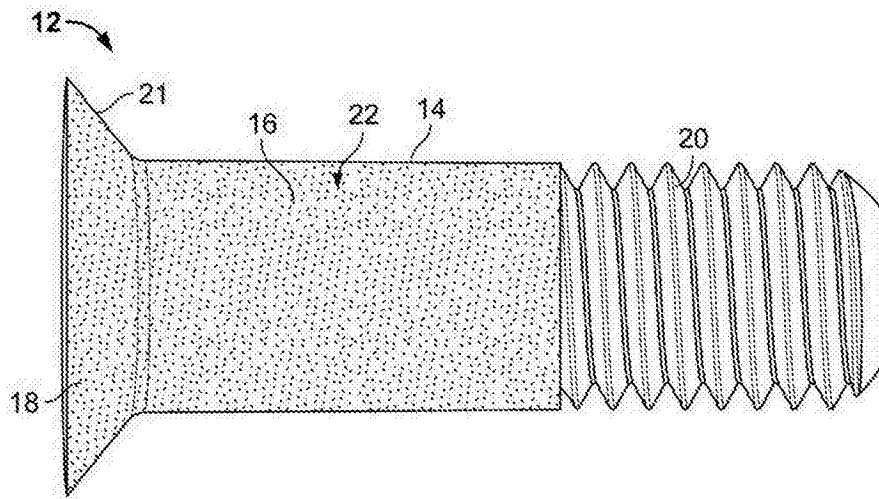


图 1

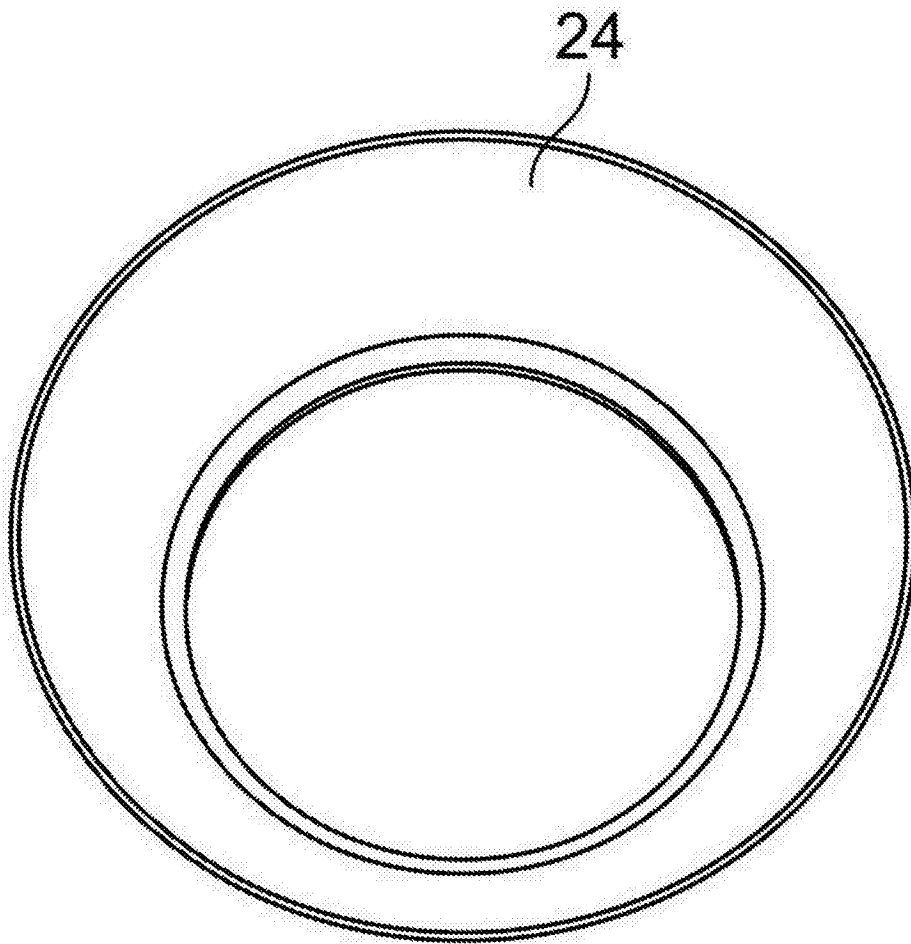


图 2

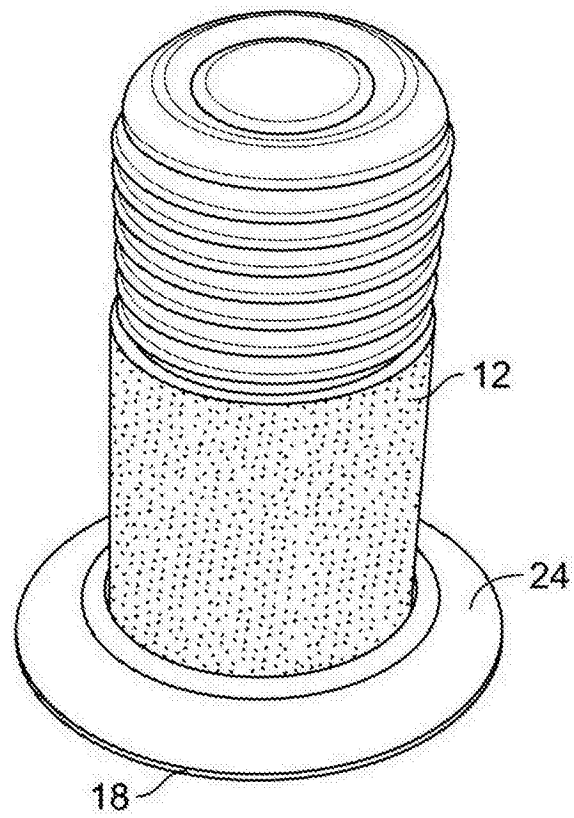


图 3

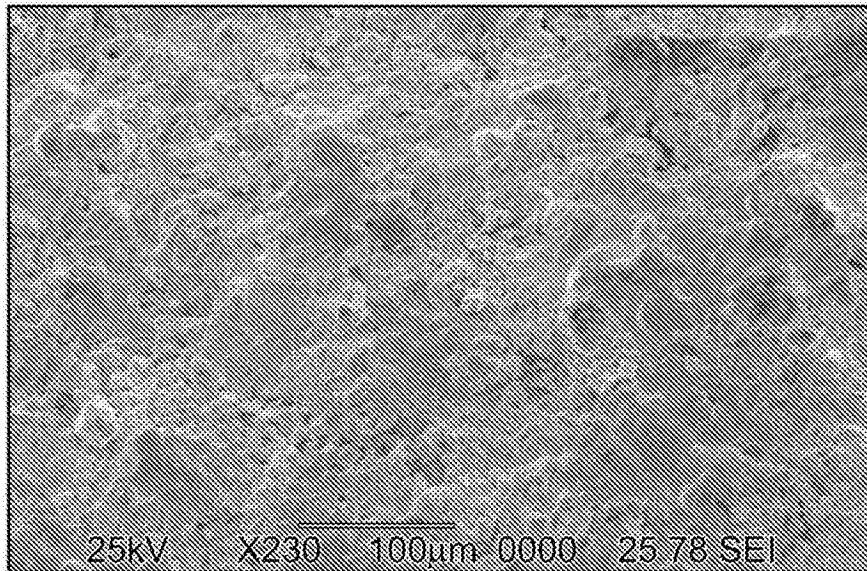


图 4

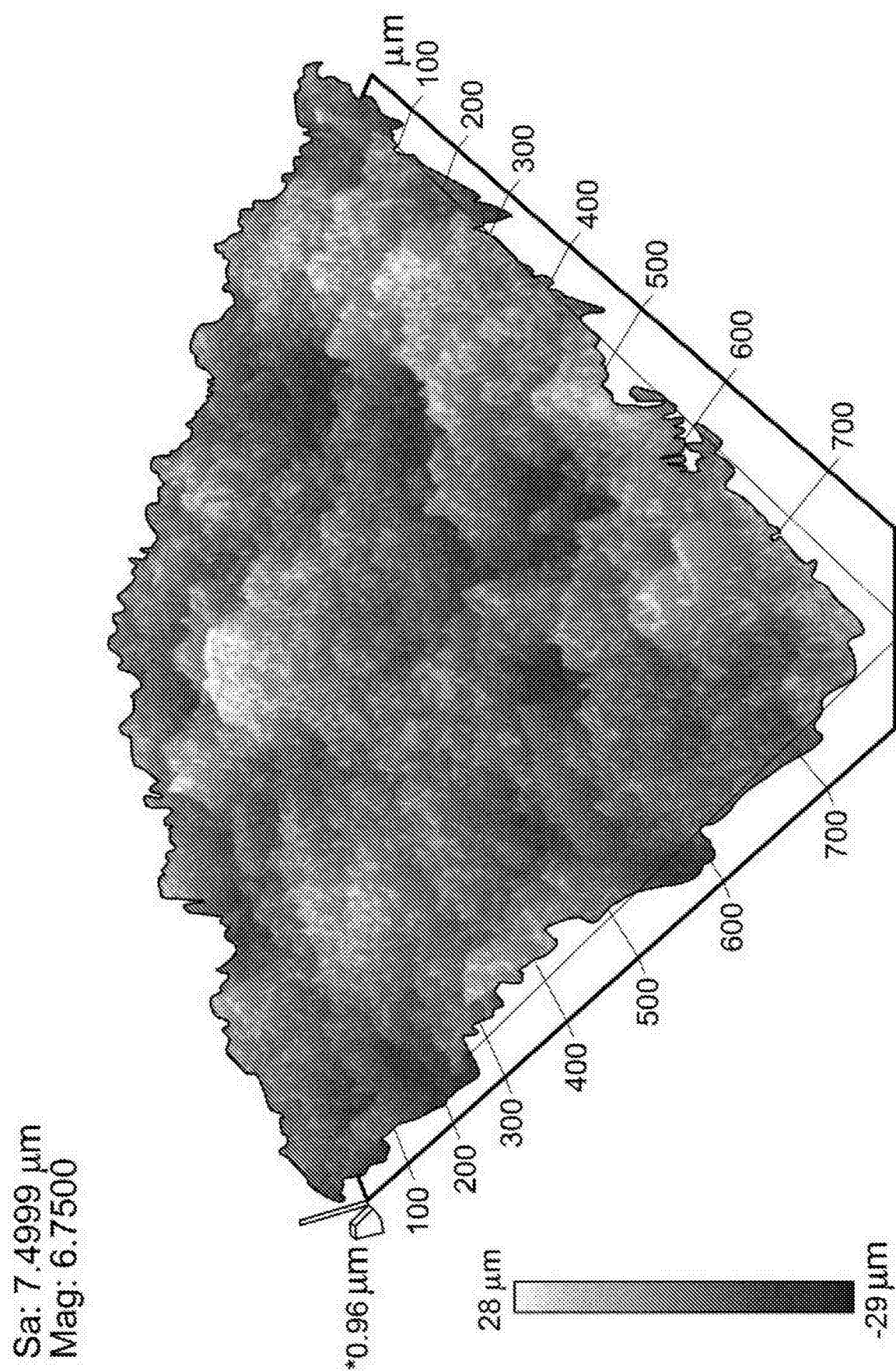


图 5

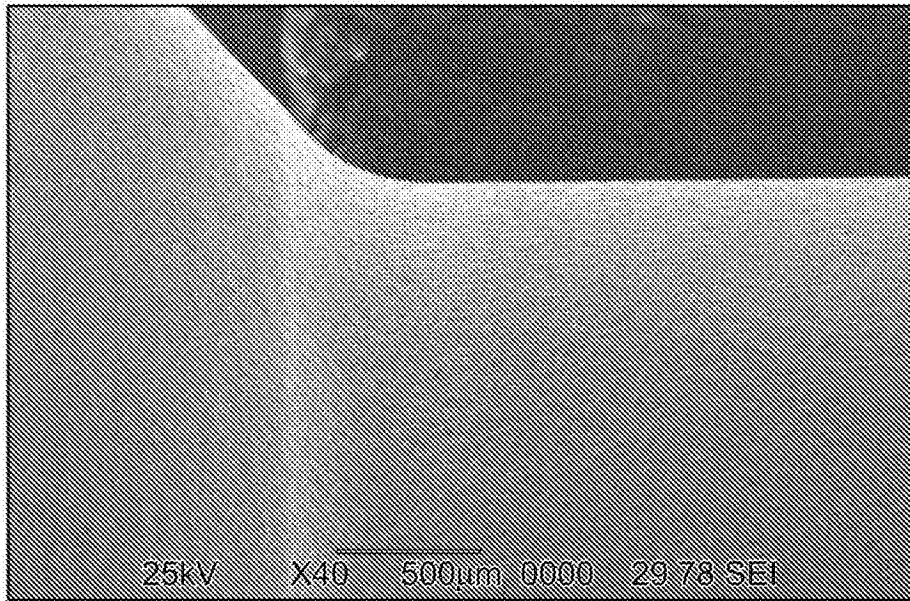


图 6

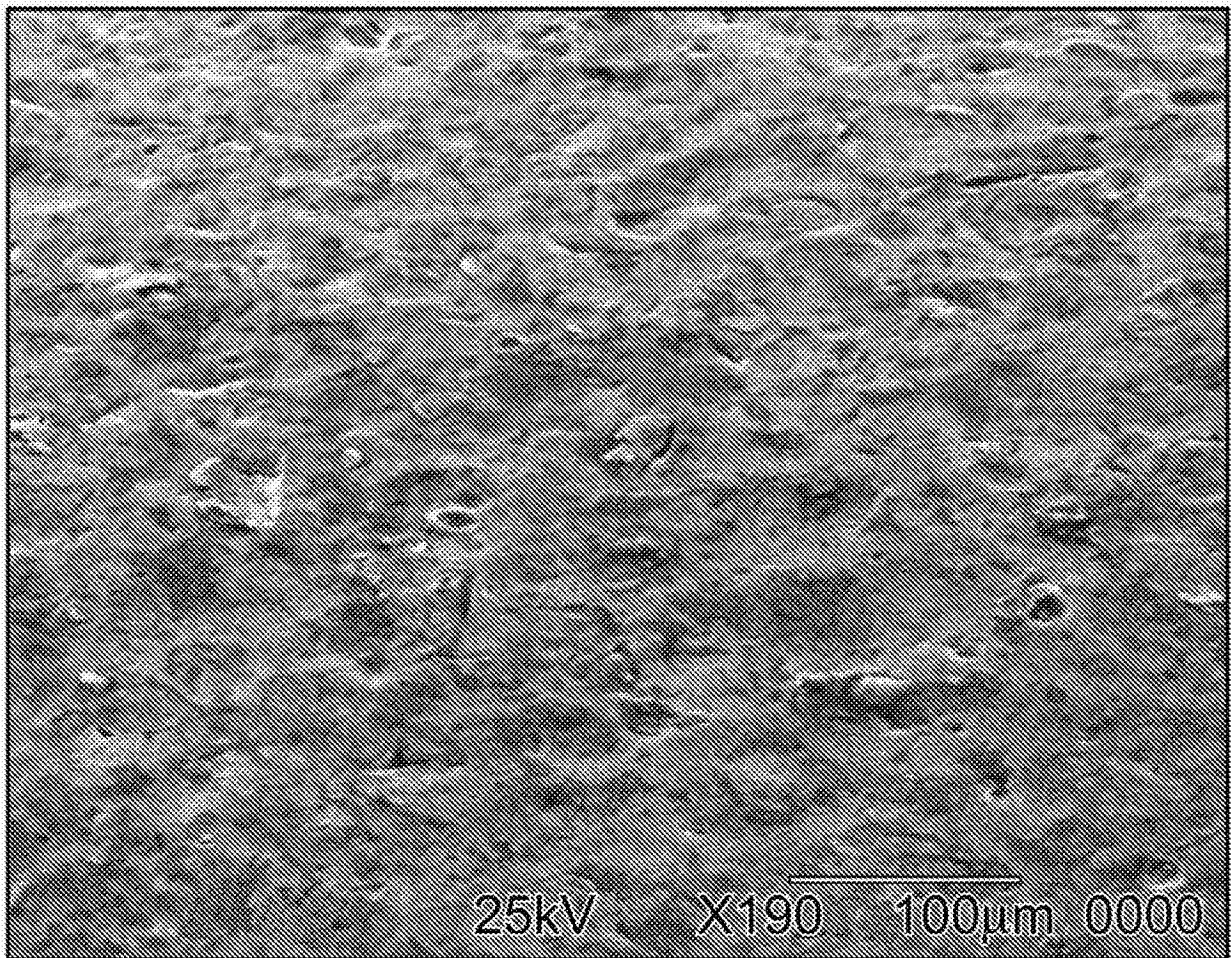


图 7