



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116592036 A

(43) 申请公布日 2023. 08. 15

(21) 申请号 202310024586.4

(22) 申请日 2023.01.09

(30) 优先权数据

17/669,686 2022.02.11 US

(71) 申请人 波音公司

地址 美国伊利诺伊州

(72) 发明人 N·A·蒙兹 T·西斯科

(74) 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司

11127

专利代理师 相迎军 赵鹏

(51) Int. Cl.

F16B 37/14 (2006.01)

B64C 3/26 (2006.01)

F16B 5/04 (2006.01)

F16B 5/02 (2006.01)

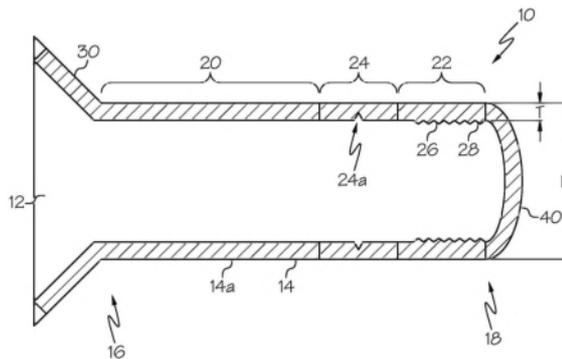
权利要求书2页 说明书16页 附图12页

(54) 发明名称

盲结构套筒和相对于第二结构夹持第一结构的系统和方法

(57) 摘要

本公开涉及盲结构套筒和相对于第二结构夹持第一结构的系统和方法。该盲结构套筒包括单体式本体。所述单体式本体具有套筒柄部，所述套筒柄部具有限定近侧部分和远侧部分的细长管状结构，所述套筒柄部具有靠近所述近侧部分的结构部分、靠近所述远侧部分的螺纹部分以及位于所述结构部分与所述螺纹部分之间的软化部分。所述结构部分能够承载夹紧结构载荷。所述单体式本体还包括连接到套筒柄部的所述近侧部分的套筒头部。



1. 一种盲结构套筒(10),所述盲结构套筒(10)包括单体式本体(12),所述单体式本体(12)包括:

套筒柄部(14),所述套筒柄部(14)具有限定近侧部分(16)和远侧部分(18)的细长管状结构(14a),所述套筒柄部(14)包括靠近所述近侧部分(16)的结构部分(20)、靠近所述远侧部分(18)的螺纹部分(22)以及位于所述结构部分(20)与所述螺纹部分(22)之间的软化部分(24),其中,所述结构部分(20)能够承载夹紧结构载荷(50);以及

套筒头部(30),所述套筒头部(30)连接到所述套筒柄部(14)的所述近侧部分(16)。

2. 根据权利要求1所述的盲结构套筒(10),其中,所述套筒柄部(14)的所述结构部分(20)包括第一拉伸强度,其中,所述套筒柄部(14)的所述软化部分(24)包括第二拉伸强度,其中,所述第一拉伸强度为至少140ksi,并且其中,所述第二拉伸强度为所述第一拉伸强度的至多80%。

3. 根据权利要求1或2所述的盲结构套筒(10),其中,所述套筒柄部(14)的所述结构部分(20)包括第一拉伸强度,其中,所述套筒柄部(14)的所述软化部分(24)包括第二拉伸强度,其中,所述第一拉伸强度为至少150ksi,并且其中,所述第二拉伸强度为所述第一拉伸强度的至多75%。

4. 根据权利要求1至3中任一项所述的盲结构套筒(10),其中,所述套筒柄部(14)的所述结构部分(20)包括第一拉伸强度,其中,所述套筒柄部(14)的所述软化部分(24)包括第二拉伸强度,其中,所述第一拉伸强度为至少160ksi,并且其中,所述第二拉伸强度为所述第一拉伸强度的至多70%。

5. 根据权利要求1至4中任一项所述的盲结构套筒(10),其中,所述夹紧结构载荷(50)在剪切方面为至少95ksi。

6. 根据权利要求1至5中任一项所述的盲结构套筒(10),其中,所述套筒柄部(14)具有约0.25英寸的外径(D)和约0.015英寸至约0.030英寸的套筒壁厚(T)。

7. 根据权利要求1至6中任一项所述的盲结构套筒(10),其中,所述套筒柄部(14)的所述软化部分(24)被退火。

8. 根据权利要求1至7中任一项所述的盲结构套筒(10),其中,所述套筒柄部(14)的所述软化部分(24)包括切口或刻痕。

9. 根据权利要求1至8中任一项所述的盲结构套筒(10),其中,所述套筒柄部(14)的所述螺纹部分(22)包括内螺纹(26)。

10. 根据权利要求1至9中任一项所述的盲结构套筒(10),其中,所述套筒柄部(14)从所述近侧部分(16)附近渐缩至所述远侧部分(18)附近。

11. 根据权利要求1至10中任一项所述的盲结构套筒(10),其中,所述单体式本体(12)还包括连接到所述套筒柄部(14)的所述远侧部分(18)的端盖(40)。

12. 一种相对于第二结构(204B)夹持第一结构(204A)以产生夹紧结构(204)的方法(400),所述第一结构(204A)和所述第二结构(204B)限定通孔(102),所述方法包括以下步骤:

将盲结构套筒(10)插入(410)所述通孔(102)中,所述盲结构套筒(10)包括:

套筒柄部(14),所述套筒柄部(14)具有限定近侧部分(16)和远侧部分(18)的细长管状结构(14a),所述套筒柄部(14)包括靠近所述近侧部分(16)的结构部分(20)和靠近所述远

侧部分(18)的螺纹部分(22);以及

套筒头部(30),所述套筒头部(30)连接到所述套筒柄部(14)的所述近侧部分(16);

将工具(300)的螺纹轴(304)旋入(420)成与所述盲结构套筒(10)的所述套筒柄部(14)的所述螺纹部分(22)接合;

将轴向支承力(F_1)施加(430)到所述盲结构套筒(10)的所述套筒头部(30),以使所述套筒头部(30)轴向地保持抵靠所述第一结构(204A);以及

在所述螺纹轴(304)被旋入成与所述套筒柄部(14)的所述螺纹部分(22)接合并且所述轴向支承力(F_1)被施加到所述套筒头部(30)的同时,将轴向拉力(F_2)施加(440)到所述螺纹轴(304),以在所述套筒柄部(14)中形成球状部(206)。

13. 根据权利要求12所述的方法,其中,将所述轴向支承力(F_1)施加(430)到所述套筒头部(30)以及将所述轴向拉力(F_2)施加(440)到所述螺纹轴(304)两者都由所述工具(300)执行。

14. 根据权利要求12或13所述的方法,所述方法还包括以下步骤:将所述螺纹轴(304)从所述套筒柄部(14)的所述螺纹部分(22)旋出(450)。

15. 根据权利要求14所述的方法,所述方法还包括以下步骤:从所述盲结构套筒(10)移除(460)所述工具(300),所述方法还包括以下步骤:在从所述盲结构套筒(10)移除(460)所述工具(300)之后,将螺栓(150)旋入(470)成与所述盲结构套筒(10)的所述套筒柄部(14)的所述螺纹部分(22)接合。

盲结构套筒和相对于第二结构夹持第一结构的系统和方法

技术领域

[0001] 本申请涉及机械紧固件,并且更具体地涉及盲结构套筒以及相对于第二结构夹持第一结构的相关系统和方法。

背景技术

[0002] 机械紧固件广泛用于联接结构组件的两个或更多个部件。例如,机械紧固件广泛地用于联接飞行器的机身的结构部件。

[0003] 盲紧固件系统是一种特定类型的机械紧固件。盲紧固件系统包括芯螺栓和套筒,其中,芯螺栓和套筒两者都被插入到结构组件中的适当孔中,并且仅从结构组件的一侧接合结构组件,而不需要接近结构组件的相反侧。因此,盲紧固件系统特别适用于难以接近或不可能接近结构组件的一侧的应用中。

[0004] 用于盲紧固件系统的当前工具和安装方法利用套筒部件作为用于保持螺栓的装置。套筒通常不为正被紧固在一起的结构提供夹持支承。此外,用于盲紧固件系统的许多当前工具和安装方法通常相当复杂,难以制造,并且难以与机器人集成。这些系统在不同(非正常)角度下的安装、需要密封剂的安装(密封剂可能会粘附在机头的内部驱动机构上,并且随后卡住或堵塞内部驱动机构)以及降低成本方面特别困难。

[0005] 因此,本领域技术人员在机械紧固件和结构夹紧领域中继续研究和开发工作。

发明内容

[0006] 公开了盲结构套筒。

[0007] 在一个示例中,所公开的盲结构套筒包括单体式本体。该单体式本体具有套筒柄部,该套筒柄部具有限定近侧部分和远侧部分的细长管状结构,该套筒柄部具有靠近近侧部分的结构部分、靠近远侧部分的螺纹部分以及位于结构部分与螺纹部分之间的软化部分。该结构部分能够承载夹紧结构载荷。该单体式本体还包括连接到套筒柄部的近侧部分的套筒头部。

[0008] 还公开了相对于第二结构夹持第一结构以产生夹紧结构的系统,第一结构和第二结构限定通孔。

[0009] 在一个示例中,所公开的系统包括盲结构套筒。盲结构套筒包括套筒柄部,套筒柄部具有限定近侧部分和远侧部分的细长管状结构,套筒柄部具有靠近近侧部分的结构部分。盲结构套筒还包括连接到套筒柄部的近侧部分的套筒头部。系统还包括用于将盲结构套筒安装到通孔中的工具,工具包括支承构件,支承构件被构造成接合盲结构套筒的套筒头部并且使套筒头部轴向地保持抵靠第一结构。该工具还包括螺纹轴,该螺纹轴被构造成接合盲结构套筒的套筒柄部且朝向套筒柄部的结构部分,以在套筒柄部中形成球状部(bulb),其中,支承构件同心地围绕螺纹轴,并且其中,螺纹部分的轴向拉动在盲结构套筒上提供压缩载荷,以产生套筒柄部的屈曲(buckling)。

[0010] 还公开了相对于第二结构夹持第一结构以产生夹紧结构的方法,第一结构和第二

结构限定通孔。

[0011] 在一个示例中,所公开的方法包括以下步骤:(1)将盲结构套筒插入通孔中,盲结构套筒包括:(a)套筒柄部,该套筒柄部具有限定近侧部分和远侧部分的细长管状结构,套筒柄部包括靠近近侧部分的结构部分和靠近远侧部分的螺纹部分;和(b)套筒头部,该套筒头部连接到套筒柄部的近侧部分;(2)将工具的螺纹轴旋入成与盲结构套筒的套筒柄部的螺纹部分接合;(3)将轴向支承力施加到盲结构套筒的套筒头部,以使套筒头部轴向地保持抵靠第一结构;以及(4)在将螺纹轴旋入成与套筒柄部的螺纹部分接合并且将轴向支承力施加到套筒头部的同时,将轴向拉力施加到螺纹轴以在套筒柄部中形成球状部。

[0012] 还公开了一种将第一结构钉紧(tacking)到第二结构的方法,第一结构和第二结构至少限定第一通孔和第二通孔。

[0013] 在一个示例中,所公开的方法包括使盲结构套筒的套筒柄部的近侧部分屈曲,以使第一结构在套筒头部与球状部之间夹至第二结构。

[0014] 根据本公开的一个方面,一种盲结构套筒,其包括单体式本体,该单体式本体包括:

[0015] 套筒柄部,该套筒柄部具有限定近侧部分和远侧部分的细长管状结构,套筒柄部包括靠近近侧部分的结构部分、靠近远侧部分的螺纹部分以及位于结构部分与螺纹部分之间的软化部分,其中,结构部分能够承载夹紧结构载荷;以及

[0016] 套筒头部,该套筒头部连接到套筒柄部的近侧部分。

[0017] 有利地,套筒为如下套筒:其中,套筒柄部的结构部分包括第一拉伸强度,其中,套筒柄部的软化部分包括第二拉伸强度,其中,第一拉伸强度为至少140ksi,并且其中,第二拉伸强度为第一拉伸强度的至多80%。

[0018] 优选地,套筒为如下套筒:其中,套筒柄部的结构部分包括第一拉伸强度,其中,套筒柄部的软化部分包括第二拉伸强度,其中,第一拉伸强度为至少150ksi,并且其中,第二拉伸强度为第一拉伸强度的至多75%。

[0019] 优选地,套筒为如下套筒:其中,套筒柄部的结构部分包括第一拉伸强度,其中,套筒柄部的软化部分包括第二拉伸强度,其中,第一拉伸强度为至少160ksi,并且其中,第二拉伸强度为第一拉伸强度的至多70%。

[0020] 优选地,套筒为如下套筒:其中,夹紧结构载荷在剪切方面为至少95ksi。

[0021] 优选地,套筒为如下套筒:其中,套筒柄部具有约0.25英寸的外径(outsidediameter)和约0.015英寸至约0.030英寸的套筒壁厚。

[0022] 优选地,套筒为如下套筒:其中,套筒柄部的软化部分被退火。

[0023] 优选地,套筒为如下套筒:其中,套筒柄部的软化部分包括切口或刻痕。

[0024] 优选地,套筒为如下套筒:其中,套筒柄部的螺纹部分包括内螺纹。

[0025] 优选地,套筒为如下套筒:其中,内螺纹的一部分是变形的或离距的(out-of-pitch)。

[0026] 优选地,套筒为如下套筒:其中,套筒柄部从近侧部分附近渐缩至远侧部分附近。

[0027] 优选地,套筒为如下套筒:其中,单体式本体包括不锈钢、铝青铜、铜铍、铜镍锡和镍铬钼合金中的至少一种。

[0028] 优选地,套筒为如下套筒:其中,套筒头部是埋头孔式头部。

- [0029] 优选地,套筒为如下套筒:其中,单体式本体还包括连接到套筒柄部的远侧部分的端盖。
- [0030] 根据本公开的另一方面,一种相对于第二结构夹持第一结构以产生夹紧结构的系统,第一结构和第二结构限定通孔,该系统包括:
- [0031] 盲结构套筒,所述盲结构套筒包括:
- [0032] 套筒柄部,该套筒柄部具有限定近侧部分和远侧部分的细长管状结构,套筒柄部包括靠近近侧部分的结构部分;以及
- [0033] 套筒头部,该套筒头部连接到套筒柄部的近侧部分;以及
- [0034] 工具,所述工具用于将盲结构套筒安装到通孔中,所述工具包括:
- [0035] 支承构件,该支承构件被构造成接合盲结构套筒的套筒头部并且使套筒头部轴向地保持抵靠第一结构;以及
- [0036] 螺纹轴,该螺纹轴被构造成接合盲结构套筒的套筒柄部并且用于朝向套筒柄部的结构部分轴向拉动套筒柄部以在套筒柄部中形成球状部,其中,支承构件同心地围绕螺纹轴,并且其中,套筒柄部的轴向拉动在盲结构套筒上提供压缩载荷以产生套筒柄部的屈曲。
- [0037] 有利地,该系统是如下系统:其中,通孔的尺寸和形状被设计成以过盈配合容纳套筒柄部的结构部分。
- [0038] 优选地,该系统是如下系统:其中,通孔的尺寸和形状被设计成以间隙配合容纳套筒柄部的结构部分。
- [0039] 优选地,该系统是如下系统:其中,夹紧结构的第一结构包括复合材料。
- [0040] 优选地,该系统是如下系统:其中,复合材料包括嵌入在聚合物基体材料中的碳纤维。
- [0041] 优选地,该系统是如下系统:其中,夹紧结构的第二结构包括复合材料和金属材料中的一种。
- [0042] 优选地,该系统是如下系统:其中,套筒柄部还包括靠近远侧部分的螺纹部分,该螺纹部分被构造成与工具的螺纹轴螺纹接合。
- [0043] 优选地,该系统还包括螺栓,螺栓能够在移除工具之后被旋入成与套筒柄部的螺纹部分接合。
- [0044] 优选地,该系统是如下系统:其中,螺栓包括螺栓杆和连接到螺栓杆的螺栓头,螺栓头限定凹入到螺栓头中的扭转特征。
- [0045] 优选地,该系统是如下系统:其中,螺栓包括金属材料。
- [0046] 优选地,该系统是如下系统:其中,盲结构套筒在球状部形成在套筒柄部中之前具有第一长度,其中,盲结构套筒在套筒柄部中形成球状部之后具有第二长度,其中,螺栓具有第三长度,并且其中第三长度大于或等于第二长度。
- [0047] 优选地,该系统是如下系统:其中,盲结构套筒的套筒柄部还包括位于结构部分与螺纹部分之间的凹口部分。
- [0048] 优选地,该系统是如下系统:其中,盲结构套筒的套筒柄部还包括位于结构部分与螺纹部分之间的软化部分。
- [0049] 优选地,该系统是如下系统:其中,软化部分被构造成向外屈曲以形成套筒柄部的球状部。

[0050] 根据本公开的又一方面,一种相对于第二结构夹持第一结构以产生夹紧结构的方法,第一结构和第二结构限定通孔,该方法包括:

[0051] 将盲结构套筒插入通孔中,盲结构套筒包括:

[0052] 套筒柄部,该套筒柄部具有限定近侧部分和远侧部分的细长管状结构,套筒柄部包括靠近近侧部分的结构部分和靠近远侧部分的螺纹部分;以及

[0053] 套筒头部,该套筒头部连接到套筒柄部的近侧部分;

[0054] 将工具的螺纹轴旋入成与盲结构套筒的套筒柄部的螺纹部分接合;

[0055] 将轴向支承力施加到盲结构套筒的套筒头部,以使套筒头部轴向地保持抵靠第一结构;以及

[0056] 在螺纹轴被旋入成与套筒柄部的螺纹部分接合并且轴向支承力被施加到套筒头部的同时,对螺纹轴施加轴向拉力以在套筒柄部中形成球状部。

[0057] 有利地,该方法是如下方法:其中,将轴向支承力施加到套筒头部和将轴向拉力施加到螺纹轴两者都由工具执行。

[0058] 优选地,该方法还包括:从套筒柄部的螺纹部分旋出螺纹轴。

[0059] 优选地,该方法还包括:从盲结构套筒移除工具。

[0060] 优选地,该方法还包括:在从盲结构套筒移除工具之后,将螺栓旋入成与盲结构套筒的套筒柄部的螺纹部分接合。

[0061] 优选地,该方法是如下方法:其中,盲结构套筒的套筒柄部还包括位于结构部分与螺纹部分之间的软化部分。

[0062] 优选地,该方法是如下方法:其中,在套筒柄部的软化部分中形成球状部。

[0063] 根据本公开的又一方面,一种相对于第二结构夹持第一结构以产生夹紧结构的方法,第一结构和第二结构至少限定第一通孔和第二通孔,该方法包括:

[0064] 将第一盲结构套筒插入第一通孔中;

[0065] 在第一盲结构套筒中形成第一球状部;

[0066] 将第二盲结构套筒插入第二通孔中;

[0067] 在第二盲结构套筒中形成第二球状部;以及

[0068] 在将第二盲结构套筒插入第二通孔中之后,将螺栓旋入成与第一盲结构套筒接合。

[0069] 有利地,该方法是如下方法:其中,第一盲结构套筒包括:套筒柄部,该套筒柄部具有限定近侧部分和远侧部分的细长管状结构,套筒柄部包括靠近近侧部分的结构部分、靠近远侧部分的螺纹部分和位于结构部分与螺纹部分之间的软化部分;以及连接到套筒柄部的近侧部分的套筒头部。

[0070] 优选地,该方法是如下方法:其中,第一通孔的尺寸和形状被设计成以间隙配合容纳第一盲结构套筒的套筒柄部的结构部分。

[0071] 优选地,该方法是如下方法:其中,第一通孔的尺寸和形状被设计成以过盈配合容纳第一盲结构套筒的套筒柄部的结构部分。

[0072] 优选地,该方法是如下方法:其中,在第一盲结构套筒中形成第一球状部包括:在第一盲结构套筒的套筒柄部的软化部分中形成第一球状部。

[0073] 优选地,该方法是如下方法:其中,第二盲结构套筒包括:套筒柄部,该套筒柄部具

有限定近侧部分和远侧部分的细长管状结构,套筒柄部包括靠近近侧部分的结构部分、靠近远侧部分的螺纹部分、以及位于结构部分与螺纹部分之间的软化部分;以及连接到套筒柄部的近侧部分的套筒头部。

[0074] 优选地,该方法是如下方法:其中,在第二盲结构套筒中形成第二球状部包括:在第二盲结构套筒的套筒柄部的软化部分中形成第二球状部。

[0075] 优选地,该方法还包括:在将螺栓旋入成与第一盲结构套筒接合之后,将第二螺栓旋入成与第二盲结构套筒接合。

[0076] 优选地,该方法还包括:在将第一盲结构套筒插入第一通孔中之前,在第一结构和第二结构中钻设第一通孔和第二通孔。

[0077] 根据本公开的又一方面,一种夹紧紧固件,该夹紧紧固件包括单体式本体,该单体式本体包括:

[0078] 套筒柄部,该套筒柄部具有细长管状结构,套筒柄部限定具有套筒头部的近侧部分和具有球状部的远侧部分。

[0079] 有利地,该紧固件还包括靠近远侧部分的套筒柄部的螺纹部分。

[0080] 优选地,该方法还包括:套筒头部是埋头孔式头部。

[0081] 根据本公开的又一方面,一种将第一结构钉紧到第二结构的方法,第一结构和第二结构至少限定第一通孔和第二通孔,该方法包括:

[0082] 使盲结构套筒的套筒柄部的近侧部分屈曲,以使第一结构在套筒头部30与球状部之间夹至第二结构。

[0083] 优选地,该方法还包括:

[0084] 将工具的轴旋入成与盲结构套筒的远侧部分接合;

[0085] 将轴向支承力施加到盲结构套筒的套筒头部,以使套筒头部轴向地保持抵靠第一结构;以及

[0086] 将轴向拉力施加到远侧部分,以使近侧部分屈曲。

[0087] 优选地,该方法为如下方法:其中,近侧部分的球状部分和套筒头部提供对第一结构和第二结构的夹紧。

[0088] 优选地,该方法为如下方法:其中,所述屈曲包括:朝向套筒柄部的结构部分轴向拉动套筒柄部,以在套筒柄部中形成球状部。

[0089] 根据以下具体实施方式、附图和所附权利要求,所公开的盲结构套筒以及相关系统和方法的其他示例将变得显而易见。

附图说明

[0090] 图1A是盲结构套筒的侧视横截面图;

[0091] 图1B是盲结构套筒的侧视横截面图;

[0092] 图2是图1A的盲结构套筒在结构中的侧视横截面图;

[0093] 图3是图1A的盲结构套筒在结构中的侧视横截面图;

[0094] 图4是图1A的盲结构套筒在结构中的侧视横截面图;

[0095] 图5是图1A的盲结构套筒在结构中的侧视横截面图;

[0096] 图6A是图1A的盲结构套筒在结构中的侧视横截面图;

- [0097] 图6B是夹紧紧固件的侧视横截面图；
- [0098] 图6C是夹紧紧固件在结构中的侧视横截面图；
- [0099] 图7A是螺栓的侧视图；
- [0100] 图7B是螺栓的侧视图；
- [0101] 图8是用于相对于第二结构夹持第一结构的系统的立体分解图；
- [0102] 图9是夹紧结构的侧视横截面图；
- [0103] 图10是用于相对于第二结构夹持第一结构的方法的流程图；
- [0104] 图11是用于相对于第二结构夹持第一结构的方法的流程图；
- [0105] 图12是用于将第一结构钉紧到第二结构的方法的流程图；
- [0106] 图13是飞行器制造和维护方法的流程图；以及
- [0107] 图14是飞行器的示意图。

具体实施方式

[0108] 以下具体实施方式参考了附图，附图例示了本公开所描述的具体示例。具有不同结构和操作的其他示例不脱离本公开的范围。在不同的附图中，相同的附图标记可以指代相同的特征、元件或部件。

[0109] 下面提供根据本公开的主题的说明性而非穷举的示例，可以要求保护这些示例，但不一定要求保护这些示例。本文中对“示例”的引用意味着结合该示例描述的一个或多个特征、结构、元件、部件、特性和/或操作步骤被包括在根据本公开的主题的至少一个方面、实施方式和/或实现中。因此，贯穿本公开的短语“一个示例”、“另一示例”、“一个或多个示例”及类似语言可以但不一定指代同一示例。此外，表征任何一个示例的主题可以但不一定包括表征任何其他示例的主题。此外，表征任何一个示例的主题可以但不一定与表征任何其他示例的主题组合。

[0110] 如本文所使用的，“被构造成”执行指定功能的系统、装置、设备、结构、物品、元件、部件或硬件确实能够在没有任何更改的情况下执行指定功能，而不是仅具有在进一步修改之后执行指定功能的潜力。换句话说，“被构造成”执行指定功能的系统、装置、设备、结构、物品、元件、部件或硬件被具体地选择、创建、实现、利用、编程和/或设计用于执行指定功能的目的。如本文所使用的，“被构造成”表示使得系统、装置、结构、物品、元件、部件或硬件能够执行指定功能而无需进一步修改的系统、装置、结构、物品、元件、部件或硬件的现有特性。出于本公开的目的，被描述为“被构造成”执行特定功能的系统、装置、设备、结构、物品、元件、部件或硬件可以附加地或另选地被描述为“适于”和/或被描述为“能操作成”以执行该功能。

[0111] 出于本公开的目的，术语“被联接”、“联接”和类似术语是指接合、链接、紧固、联接、连接、放置成连通或以其它方式相关联(例如，机械地、电气地、流体地、光学地、电磁地)的两个或多个元件。在各种示例中，元件可以直接或间接地相关联。作为示例，元件A可以直接与元件B相关联。作为另一示例，元件A可以例如经由另一元件C间接地与元件B相关联。将理解的是，并非各种公开的元件之间的所有关联都必须被表示。因此，除了图中所描绘的那些之外的联接也可以存在。

[0112] 贯穿本说明书对本文所使用的特征、优点或类似语言的引用并不暗示可以利用本

文公开的示例实现的所有特征和优点应当是或处于任何单个示例中。相反,涉及特征和优点的语言被理解为意味着结合示例描述的特定特征、优点或特性被包括在至少一个示例中。因此,贯穿本公开所使用的特征、优点和类似语言的讨论可以但不一定是指相同示例。

[0113] 参考图1A,公开了一种盲结构套筒10。盲结构套筒10可以与现成的螺栓150兼容。盲结构套筒10可形成为夹紧紧固件250,该夹紧紧固件250被构造成用作钉紧(tack)操作,以帮助将第一结构204a与第二结构204b钉紧,以在安装紧固件或螺栓150将其变成夹紧结构204之前产生堆叠组件。紧固件或螺栓150可以在将载荷放置在盲结构套筒10上之前的任何时间安装,该载荷大于夹紧结构载荷50和/或钉紧载荷,参见图6C。因此,由套筒10形成的夹紧紧固件250能够在将螺栓150或紧固件安装到堆叠结构中之前替换维持夹紧所需的单操作(one-op)组装系统。

[0114] 仍然参照图1A,盲结构套筒10包括高强度的单体式本体12。单体式本体12包括套筒柄部14,该套筒柄部14具有限定近侧部分16和远侧部分18的细长管状结构14a。套筒柄部14具有靠近近侧部分16的结构部分20和靠近远侧部分18的螺纹部分22。在一个示例中,套筒柄部14的螺纹部分22包括内螺纹26。在另一示例中,内螺纹26的一部分28是变形的29A或离距的(out-of-pitch)29B。在又一示例中,螺纹部分22可以是锥形的,以用于轻干涉配合。

[0115] 单体式本体12还可以包括连接到套筒柄部14的远侧部分18的端盖40。端盖40可以是流体密封的并且可以提供电磁环境(EME)保护。单体式本体12可以包括具有用于预期应用的必要材料性质的任何材料。在一个示例中,单体式本体12包括不锈钢、铝青铜、铜铍、铜镍锡和镍铬钼合金中的至少一种。在另一示例中,单体式本体12包括A286、15 5PH、铝青铜、铜铍、铜镍锡和铬镍铁合金718中的一种或更多种。在又一示例中,单体式本体12还可以包括一个或更多个涂层(诸如导电涂层),以满足EME材料性质要求。

[0116] 仍然参照图1A,套筒柄部14具有位于结构部分20与螺纹部分22之间的软化部分24。在一个示例中,套筒柄部14的软化部分24被退火。在另一示例中,套筒柄部14的软化部分24包括切口或刻痕。如图1A所示,套筒柄部14的软化部分24可以包括凹口部分24a。软化部分24可以被构造成在压缩下横向变形。

[0117] 在一个示例中,结构部分20能够承载夹紧结构载荷50,参见图6C。夹紧结构载荷50的量可以基于套筒柄部14的外径D。夹紧结构载荷50可以包括拉伸载荷、钉紧载荷和剪切载荷。在一个示例中,夹紧结构载荷50在剪切方面为至少约95ksi。

[0118] 仍然参照图1A,在一个或更多个示例中,套筒柄部14具有外径D和套筒壁厚T。在一个示例中,外径为约0.25英寸,套筒壁厚T为约0.015英寸至约0.030英寸。在另一示例中,外径为约0.2665”。在又一示例中,外径为至少0.275”。

[0119] 仍然参照图1A,盲结构套筒10还包括连接到套筒柄部14的近侧部分16的套筒头部30。套筒头部30可以是带凸缘的。在一个示例中,套筒头部30是埋头孔式头部并且还可以具有大约130°的埋头孔。在另一示例中,套筒头部30是冠状头部。在又一示例中,套筒头部30是突出头部。

[0120] 在一个或更多个示例中,套筒柄部14的结构部分20具有第一拉伸强度,并且套筒柄部14的软化部分24具有第二拉伸强度。软化部分24可以被构造成在压缩下横向变形。在一个示例中,第一拉伸强度为至少140ksi,并且第二拉伸强度为第一拉伸强度的至多80%。在另一示例中,第一拉伸强度为至少150ksi,并且其中第二拉伸强度为第一拉伸强度的至

多75%。在又一示例中,第一拉伸强度为至少160ksi,并且其中第二拉伸强度为第一拉伸强度的至多70%。

[0121] 参考图1B,在一个或多个示例中,所公开的是具有锥形单体式本体112的锥形盲结构套筒100。在一个示例中,锥形盲结构套筒100是渐缩的,使得套筒柄部114从近侧部分116附近渐缩至远侧部分118附近。锥形盲结构套筒100包括连接到套筒柄部114的近侧部分116的套筒头部130。套筒头部130可以是带凸缘的。在一个示例中,套筒头部130是埋头孔头部,其还可以具有大约130°的埋头孔。在另一示例中,套筒头部260是冠状头部。在又一示例中,套筒头部130是突出头部。

[0122] 仍然参考图1B,锥形盲结构套筒100包括靠近远侧部分118的螺纹部分122以及位于螺纹部分122与靠近近侧部分116的结构部分120之间的软化部分124。软化部分124还可以包括凹口部分124a。软化部分124可以被构造成在压缩下横向变形。锥形盲结构套筒100还可以包括连接到套筒柄部114的远侧部分118的端盖140。端盖140可以是流体密封的并且可以提供电磁环境(EME)保护。

[0123] 参考图2,公开了用于相对于第二结构204B夹持第一结构204A以产生夹紧结构204的系统200。第一结构204A和第二结构204B限定用于容纳盲结构套筒10的通孔102。通孔102的尺寸和形状可被设计成以过盈配合容纳套筒柄部14的结构部分20。在另一示例中,通孔102的尺寸和形状被设计成以间隙配合容纳套筒柄部14的结构部分20。第一结构204A和第二结构204B中的一者可以具有埋头孔,该埋头孔的形状和尺寸被设计成容纳盲结构套筒10。

[0124] 在一个或多个示例中,夹紧结构204的第一结构204A包含复合材料。复合材料可以包括嵌入在聚合物基体材料中的碳纤维。此外,在另一示例中,夹紧结构204的第二结构204B包括复合材料和金属材料中的一种。在又一示例中,夹紧结构204的第一结构204A在组分上不同于夹紧结构204的第二结构204B。夹紧结构204可以是航空航天组件,诸如机翼面板。

[0125] 系统200包括盲结构套筒10。盲结构套筒10包括套筒柄部14,该套筒柄部14具有有限定近侧部分16和远侧部分18的细长管状结构14a。套筒柄部14包括靠近近侧部分16的结构部分20和连接到套筒柄部14的近侧部分16的套筒头部30。在一个示例中,套筒柄部14还包括靠近远侧部分18的螺纹部分22,螺纹部分22被构造成与工具300的螺纹轴304螺纹接合。

[0126] 参照图1A,在一个示例中,盲结构套筒10的套筒柄部14还可以包括在结构部分20与螺纹部分22之间的凹口部分24a。盲结构套筒10的套筒柄部14还可以包括在结构部分20与螺纹部分22之间的软化部分24。凹口部分24a和软化部分24可以允许在向盲结构套筒10施加力时形成球状部206。例如,软化部分24可以被构造成向外屈曲以形成套筒柄部14的球状部206。软化部分24还可以被构造成在压缩下横向变形。

[0127] 仍然参考图2,在一个或多个示例中,系统200包括用于将盲结构套筒10安装到通孔102中的工具300。工具300包括支承构件302,支承构件302被构造成接合盲结构套筒10的套筒头部30并且将套筒头部30轴向地保持抵靠第一结构204A。工具300被构造成拉动软化部分24中的预定载荷和收缩以形成球状部206。工具300可以包括外部工具和中心工具,所述外部工具和中心工具通过向盲结构套筒10提供反作用力来同时一起工作,以在拉动中心工具部分时防止盲结构套筒10被拉出。当工具300的中心部分或螺纹轴304拉动时,工具

300的外部部分或支承构件302推动盲结构套筒10的埋头孔部分或向其施加轴向力,以维持夹紧并防止结构分离,参见图4。

[0128] 工具300还包括螺纹轴304,该螺纹轴304被构造成接合盲结构套筒10的套筒柄部14,并且用于朝向套筒柄部14的结构部分20轴向拉动605螺纹部分22,以在套筒柄部14中形成球状部206。在一个示例中,支承构件302同心地围绕螺纹轴304。在一个示例中,螺纹部分22的轴向拉动在盲结构套筒10上提供压缩载荷445,以产生套筒柄部14的屈曲610。此外,压缩载荷445可以是由与螺纹轴304相反工作的支承构件302产生的载荷的结果。在套筒柄部14的屈曲610之后,可以形成球状部206。

[0129] 参照图7A,系统200还可以包括螺栓150,该螺栓150能够在移除工具300之后被旋入成与套筒柄部14的螺纹部分22接合,其中所述移除是通过将轴向力F3远离球状部206施加来执行的。如图7A所示,螺栓150包括螺栓杆152和连接到螺栓杆152的螺栓头154。在一个或多个示例中,螺栓头154限定凹入到螺栓头154中的扭转特征156。螺栓150可以包括具有用于夹紧结构204的结构完整性的必要材料性质的任何材料。在一个示例中,螺栓150包括金属材料。

[0130] 在一个示例中,盲结构套筒套10在球状部206形成在套筒柄部14中之前具有第一长度L1。在球状部206形成在套筒柄部14中之后,盲结构套筒10具有第二长度L2。此外,螺栓150具有第三长度L3。在一个示例中,第三长度L3大于或等于第二长度L2。

[0131] 参考图7B,在一个或多个示例中,系统200可以包括锥形螺栓150',锥形螺栓150'在移除工具300之后能够被旋入成与图1B的锥形盲结构套筒110的螺纹部分122接合,其中所述移除是通过将轴向力F3远离球状部206施加来执行的。如图7B所示,螺栓150'包括锥形螺栓杆152'和连接到锥形螺栓杆152'的螺栓头154'。在一个或多个示例中,螺栓头154'限定凹入到螺栓头154'中的扭转特征156'。螺栓150'可以包括具有用于夹紧结构204的结构完整性的必要材料性质的任何材料。在一个示例中,螺栓150'包括金属材料。锥形螺栓150'可以径向地扩展锥形盲结构套筒110,从而提供增加的疲劳性能和电磁环境(EME)保护。

[0132] 参考图10,公开了用于相对于第二结构204B夹持第一结构204A以产生夹紧结构204的方法400。第一结构204A和第二结构204B限定通孔102。在一个示例中,方法400包括将盲结构套筒10插入410通孔102中。

[0133] 参照图1A,盲结构套筒10包括套筒柄部14,套筒柄部14具有限定近侧部分16和远侧部分18的细长管状结构14a。套筒柄部14包括靠近近侧部分16的结构部分20和靠近远侧部分18的螺纹部分22。套筒头部30连接到套筒柄部14的近侧部分16。

[0134] 返回参考图10,方法400包括:将工具300的螺纹轴304旋入420成与盲结构套筒10的套筒柄部14的螺纹部分22接合。图2示出了将工具300旋入420成与套筒柄部14的螺纹部分22接合。

[0135] 仍然参考图10,方法400还包括:将轴向支承力F1施加430到盲结构套筒10的套筒头部30,以使套筒头部30轴向地保持抵靠第一结构204A,参见图4。

[0136] 在一个或多个示例中,当螺纹轴304被旋入成与套筒柄部14的螺纹部分22接合并且轴向支承力F1被施加到套筒头部30时,方法400还包括:将轴向拉力F2施加440到螺纹轴304以在套筒柄部14中形成球状部206。在一个示例中,将轴向支承力F1施加430到套筒头

部30以及将轴向拉力F2施加440到螺纹轴304两者都由工具300执行。

[0137] 参考图10,在一个或多个示例中,方法400还可以包括:从套筒柄部14的螺纹部分22旋出450螺纹轴304。方法400还可以包括:从盲结构套筒10移除460工具300。图5示出了通过将轴向力F3远离球状部206施加而使工具300旋出450和移除460的进程。

[0138] 参考图10和图6A,方法400还可以包括:在从盲结构套筒10移除460工具300之后,将螺栓150旋入470成与盲结构套筒10的套筒柄部14的螺纹部分22接合。在一个示例中,盲结构套筒10的套筒柄部14包括在结构部分20与螺纹部分22之间的软化部分24。在一个或多个示例中,在向螺纹轴304施加440轴向拉力F2时,在套筒柄部14的软化部分24中形成球状部206。

[0139] 参考图11,公开了用于相对于第二结构204B夹持第一结构204A以产生夹紧结构204的方法500。第一结构204A和第二结构204B至少限定第一通孔102和第二通孔102' (参见图9)。

[0140] 方法500包括:将第一盲结构套筒10插入510第一通孔102中。可选地,在将第一盲结构套筒10插入510第一通孔102中之前,方法500可以包括:在第一结构204A和第二结构204B中钻设505第一通孔102和第二通孔102'。第一盲结构套筒10包括套筒柄部14,套筒柄部14具有限定近侧部分16和远侧部分18的细长管状结构14a。套筒柄部14包括靠近近侧部分16的结构部分20、靠近远侧部分18的螺纹部分22、以及在结构部分20与螺纹部分22之间的软化部分24、以及连接到套筒柄部14的近侧部分16的套筒头部30。在一个示例中,第一通孔102的尺寸和形状被设计成以间隙配合容纳第一盲结构套筒10的套筒柄部14的结构部分20。在另一示例中,第一通孔102的尺寸和形状被设计成以过盈配合容纳第一盲结构套筒10的套筒柄部14的结构部分20。

[0141] 方法500还包括:在第一盲结构套筒10中形成520第一球状部206。在一个或多个示例中,在第一盲结构套筒10中形成520第一球状部206包括在第一盲结构套筒10的套筒柄部14的软化部分24中形成520第一球状部206,参见图9。

[0142] 仍然参照图9和图11,方法500还包括:将第二盲结构套筒10' 插入530第二通孔102' 中。在一个示例中,第二盲结构套筒10' 还包括套筒柄部14', 该套筒柄部14' 具有细长管状结构14a', 该细长管状结构14a' 限定近侧部分16' 和远侧部分18'。套筒柄部14' 包括靠近近侧部分16' 的结构部分20'、靠近远侧部分18' 的螺纹部分22'、以及位于结构部分20' 与螺纹部分22' 之间的软化部分24'、以及连接到套筒柄部14' 的近侧部分16' 的套筒头部30'。

[0143] 在一个或多个示例中,方法500还包括:在第二盲结构套筒10' 中形成540第二球状部206'。在一个示例中,在第二盲结构套筒10' 中形成540第二球状部206' 包括在第二盲结构套筒10' 的套筒柄部14' 的软化部分24' 中形成540第二球状部206'。

[0144] 仍然参考图11,方法500还包括:在将第二盲结构套筒10' 插入第二通孔102' 中之后,将螺栓150旋入560成与第一盲结构套筒套10接合,参见图8。方法500还包括:在将螺栓150旋入560成与第一盲结构套筒10接合之后,将第二螺栓150' 旋入570成与第二盲结构套筒10' 接合,参见图8。

[0145] 参考图6B,公开了夹紧紧固件250。夹紧紧固件250被构造成用作钉紧操作,以帮助将第一结构204a与第二结构204b钉紧,以在安装紧固件或螺栓150时将其变成夹紧结构204之前产生堆叠组件。夹紧紧固件250包括单体式本体252。单体式本体252具有套筒柄部254,

套筒柄部254具有细长管状结构254a。套筒柄部254限定具有套筒头部260的近侧部分256和具有球状部262的远侧部分258。在一个或多个示例中,夹紧紧固件250还包括靠近远侧部分258的套筒柄部254的螺纹部分。套筒头部260可以是带凸缘的。在一个示例中,套筒头部260是埋头孔式头部并且还可以具有大约130°的埋头孔。在另一示例中,套筒头部260是冠状头部。在又一示例中,套筒头部260是突出头部。

[0146] 参考图12,公开了用于将第一结构204A钉紧到第二结构204B的方法600,第一结构204A和第二结构204B至少限定了第一通孔102和第二通孔102'。方法600包括使盲结构套筒10的套筒柄部14的近侧部分16屈曲610,以使第一结构204A在套筒头部30与球状部206部分之间夹至第二结构204B。在一个示例中,近侧部分16的套筒头部30和球状部分206提供对第一结构204A和第二结构204B的夹紧。屈曲610包括朝向套筒柄部14的结构部分20轴向拉动605套筒柄部14,以在套筒柄部14中形成球状部206。

[0147] 仍然参考图12,方法600还包括:将工具300的轴304与盲结构套筒10的远侧部分18接合620;将轴向支承力F1施加630到盲结构套筒10的套筒头部30,以将套筒头部30轴向地保持抵靠第一结构204A;以及将轴向拉力F2施加640到远侧端部以使近侧部分16屈曲。

[0148] 可以在如图13所示的飞行器制造与服务方法1100和如图14所示的飞行器1102的背景下描述本文公开的主题的示例。在预生产期间,服务方法1100可以包括飞行器1102的规格与设计(框1104)以及材料采购(框1106)。在生产期间,可以进行飞行器1102的部件与子组件制造(框1108)和系统集成(框1110)。此后,飞行器1102可以经历认证与交付(框1112)以投入使用(框1114)。在使用时,飞行器1102可以被计划进行例行维护与维修(框1116)。例行维护与维修可以包括飞行器1102的一个或多个的系统修改、重新构造、翻新等。

[0149] 服务方法1100的每个过程可以由系统集成商、第三方和/或运营商(例如,客户)进行或执行。出于本说明书的目的,系统集成商可以包括但不限于任何数量的飞行器制造商和主系统分包商;第三方可以包括但不限于任何数量的销售商、分包商和供应商;并且运营商可以是航空公司、租赁公司、军事实体、服务组织等。

[0150] 如图14所示,由服务方法1100生产的飞行器1102可以包括具有多个高级系统1120和内部1122的机身1118。高级系统1120的示例包括推进系统1124、电气系统1126、液压系统1128和环境系统1130中的一个系统或多个系统。可以包括任何数量的其他系统。尽管示出了航空航天示例,但是本文公开的原理可以应用于其他行业,诸如汽车行业。因此,除了飞行器1102之外,本文公开的原理可以应用于其他交通工具,例如陆地交通工具、海上交通工具、太空交通工具等。

[0151] 本文所示或所述的公开的盲结构套筒、方法和系统可以在制造与维护方法1100的任何一个或多个阶段期间采用。例如,对应于部件与子组件制造(框1108)的部件或子组件可以以类似于在飞行器1102投入使用(框1114)中时生产的部件或子组件的方式来制造或制造。此外,系统、方法或其组合的一个或多个示例可以在生产阶段部件与子组件制造(框1108)和系统集成(框1110)期间使用,例如,通过显著加快飞行器1102的组装或降低飞行器1102的成本。类似地,系统或方法实现的一个或多个示例或其组合可以在例如但不限于飞行器1102投入使用(框1114)时和/或在维护与服务期间(框1116)利用。

[0152] 在飞行器的背景下描述了盲结构套筒、方法和系统。然而,本领域普通技术人员将

容易认识到,所公开的盲结构套筒、方法和系统可以用于各种应用。例如,所公开的盲结构套筒、方法和系统可以在各种类型的交通工具中实现,包括例如直升机、船舶、客船、汽车等。

[0153] 1. 一种盲结构套筒10,所述盲结构套筒10包括单体式本体12,所述单体式本体12包括:

[0154] 套筒柄部14,所述套筒柄部14具有限定近侧部分16和远侧部分18的细长管状结构14a,所述套筒柄部14包括靠近所述近侧部分16的结构部分20、靠近所述远侧部分18的螺纹部分22、以及位于所述结构部分20与所述螺纹部分22之间的软化部分24,其中,所述结构部分20能够承载夹紧结构载荷50;以及

[0155] 套筒头部30,所述套筒头部30连接到套筒柄部14的所述近侧部分16。

[0156] 2. 根据条款1所述的盲结构套筒10,其中,所述套筒柄部14的所述结构部分20包括第一拉伸强度,其中,所述套筒柄部14的所述软化部分24包括第二拉伸强度,其中,所述第一拉伸强度为至少140ksi,并且其中,所述第二拉伸强度为所述第一拉伸强度的至多80%。

[0157] 3. 根据条款1或2所述的盲结构套筒10,其中,所述套筒柄部14的所述结构部分20包括第一拉伸强度,其中,所述套筒柄部14的所述软化部分24包括第二拉伸强度,其中,所述第一拉伸强度为至少150ksi,并且其中,所述第二拉伸强度为所述第一拉伸强度的至多75%。

[0158] 4. 根据条款1至3中任一项所述的盲结构套筒10,其中,所述套筒柄部14的所述结构部分20包括第一拉伸强度,其中,所述套筒柄部14的所述软化部分24包括第二拉伸强度,其中,所述第一拉伸强度为至少160ksi,并且其中,所述第二拉伸强度为第一拉伸强度的至多70%。

[0159] 5. 根据条款1至4中任一项所述的盲结构套筒10,其中,所述夹紧结构载荷50在剪切方面为至少95ksi。

[0160] 6. 根据条款1至5中任一项所述的盲结构套筒10,其中,所述套筒柄部14具有约0.25英寸的外径D和约0.015英寸至约0.030英寸的套筒壁厚T。

[0161] 7. 根据条款1至6中任一项所述的盲结构套筒10,其中,所述套筒柄部14的软化部分24被退火。

[0162] 8. 根据条款1至7中任一项所述的盲结构套筒10,其中,所述套筒柄部14的所述软化部分24包括切口或刻痕。

[0163] 9. 根据条款1至8中任一项所述的盲结构套筒10,其中,所述套筒柄部14的所述螺纹部分22包括内螺纹26。

[0164] 10. 根据条款9所述的盲结构套筒10,其中,所述内螺纹26的一部分28是变形29A的或离距29B的。

[0165] 11. 根据条款1至10中任一项所述的盲结构套筒10,其中,所述套筒柄部14从所述近侧部分16附近渐缩至所述远侧部分18附近。

[0166] 12. 根据条款1至11中任一项所述的盲结构套筒10,其中,所述单体式本体12包括不锈钢、铝青铜、铜铍、铜镍锡和镍铬钼合金中的至少一种。

[0167] 13. 根据条款1至12中任一项所述的盲结构套筒10,其中,所述套筒头部30是埋头

孔式头部。

[0168] 14. 根据条款1至13中任一项所述的盲结构套筒10,其中,所述单体式本体12还包括连接到所述套筒柄部14的所述远侧部分18的端盖40。

[0169] 15. 一种相对于第二结构204B夹持第一结构204A以产生夹紧结构204的系统200,所述第一结构204A和所述第二结构204B限定通孔102,所述系统包括:

[0170] 盲结构套筒10,所述盲结构套筒10包括:

[0171] 套筒柄部14,所述套筒柄部具有限定近侧部分16和远侧部分18的细长管状结构14a,所述套筒柄部14包括靠近所述近侧部分16的结构部分20;以及

[0172] 套筒头部30,所述套筒头部连接到所述套筒柄部14的所述近侧部分16;以及

[0173] 工具300,所述工具用于将所述盲结构套筒10安装到所述通孔102中,所述工具300包括:

[0174] 支承构件302,所述支承构件被构造成接合所述盲结构套筒10的所述套筒头部30并且使所述套筒头部30轴向地保持抵靠所述第一结构204A;以及

[0175] 螺纹轴304,所述螺纹轴被构造成接合所述盲结构套筒10的所述套筒柄部14并且用于朝向所述套筒柄部14的所述结构部分20轴向拉动605所述套筒柄部14以在所述套筒柄部14中形成球状部206,其中,所述支承构件302同心地围绕所述螺纹轴304,并且其中,所述套筒柄部14的轴向拉动605在所述盲结构套筒10上提供压缩载荷445,以产生所述套筒柄部14的屈曲610。

[0176] 16. 根据条款15所述的系统200,其中,所述通孔102的尺寸和形状被设计成以过盈配合容纳所述套筒柄部14的所述结构部分20。

[0177] 17. 根据条款15或16所述的系统200,其中,所述通孔102的尺寸和形状被设计成以间隙配合容纳所述套筒柄部14的所述结构部分20。

[0178] 18. 根据条款15至17中任一项所述的系统200,其中,所述夹紧结构204的所述第一结构204A包括复合材料。

[0179] 19. 根据条款18所述的系统200,其中,所述复合材料包括嵌入在聚合物基质材料中的碳纤维。

[0180] 20. 根据条款18或19所述的系统200,其中,所述夹紧结构204的所述第二结构204B包括复合材料和金属材料中的一种。

[0181] 21. 根据条款15至20中任一项所述的系统200,其中,所述套筒柄部14还包括靠近所述远侧部分18的螺纹部分22,所述螺纹部分22被构造成与所述工具300的所述螺纹轴304螺纹接合。

[0182] 22. 根据条款21所述的系统200,所述系统还包括螺栓150,所述螺栓150能够在移除所述工具300之后旋入成与所述套筒柄部14的所述螺纹部分22接合。

[0183] 23. 根据条款22所述的系统200,其中,所述螺栓150包括螺栓杆152和连接到所述螺栓杆152的螺栓头154,所述螺栓头154限定凹入到所述螺栓头154中的扭转特征156。

[0184] 24. 根据条款22或23所述的系统200,其中,所述螺栓150包括金属材料。

[0185] 25. 根据条款22至24中任一项所述的系统200,其中,在所述套筒柄部14中形成所述球状部206之前,所述盲结构套筒10具有第一长度L1,其中,在所述套筒柄部14中形成所述球状部206之后,所述盲结构套筒10具有第二长度L2,其中,所述螺栓150具有第三长度

L3,并且其中,所述第三长度L3大于或等于所述第二长度L2。

[0186] 26. 根据条款21至25中任一项所述的系统200,其中,所述盲结构套筒10的所述套筒柄部14还包括位于所述结构部分20与所述螺纹部分22之间的凹口部分24a。

[0187] 27. 根据条款21至26中任一项所述的系统200,其中,所述盲结构套筒10的所述套筒柄部14还包括位于所述结构部分20与所述螺纹部分22之间的软化部分24。

[0188] 28. 根据条款27所述的系统200,其中,所述软化部分24被构造成向外屈曲以形成所述套筒柄部14的所述球状部206。

[0189] 29. 一种相对于第二结构204B夹持第一结构204A以产生夹紧结构204的方法400,所述第一结构204A和所述第二结构204B限定通孔102,所述方法包括以下步骤:

[0190] 将盲结构套筒10插入410所述通孔102中,所述盲结构套筒10包括:

[0191] 套筒柄部14,所述套筒柄部具有限定近侧部分16和远侧部分18的细长管状结构14a,所述套筒柄部14包括靠近所述近侧部分16的结构部分20和靠近所述远侧部分18的螺纹部分22;以及

[0192] 套筒头部30,所述套筒头部连接到所述套筒柄部14的所述近侧部分16;

[0193] 将工具300的螺纹轴304旋入420成与所述盲结构套筒10的所述套筒柄部14的所述螺纹部分22接合;

[0194] 将轴向支承力F1施加430到所述盲结构套筒10的所述套筒头部30,以使所述套筒头部30轴向地保持抵靠所述第一结构204A;以及

[0195] 在所述螺纹轴304被旋入成与所述套筒柄部14的所述螺纹部分22接合并且所述轴向支承力F1被施加到所述套筒头部30的同时,将轴向拉力F2施加440到所述螺纹轴304,以在所述套筒柄部14中形成球状部206。

[0196] 30. 根据条款29所述的方法,其中,将所述轴向支承力F1施加430到所述套筒头部30以及将所述轴向拉力F2施加440到所述螺纹轴304两者都由所述工具300执行。

[0197] 31. 根据条款29或30所述的方法,所述方法还包括以下步骤:将所述螺纹轴304从所述套筒柄部14的所述螺纹部分22旋出450。

[0198] 32. 根据条款31所述的方法,所述方法还包括以下步骤:从所述盲结构套筒10移除460所述工具300。

[0199] 33. 根据条款32所述的方法,所述方法还包括以下步骤:在从所述盲结构套筒10移除460所述工具300之后,将螺栓150旋入470成与所述盲结构套筒10的所述套筒柄部14的所述螺纹部分22接合。

[0200] 34. 根据条款29至33中任一项所述的方法,其中,所述盲结构套筒10的所述套筒柄部14还包括位于所述结构部分20与所述螺纹部分22之间的软化部分24。

[0201] 35. 根据条款34所述的方法,其中,所述球状部206形成在所述套筒柄部14的所述软化部分24中。

[0202] 36. 一种相对于第二结构204B夹持第一结构204A以产生夹紧结构204的方法500,所述第一结构204A和所述第二结构204B至少限定第一通孔102和第二通孔102',所述方法包括以下步骤:

[0203] 将第一盲结构套筒10插入510所述第一通孔102中;

[0204] 在所述第一盲结构套筒10中形成520第一球状部206;

- [0205] 将第二盲结构套筒10' 插入530所述第二通孔102' 中；
- [0206] 在所述第二盲结构套筒10' 中形成540第二球状部206' ；以及
- [0207] 在将所述第二盲结构套筒10' 插入所述第二通孔102' 中之后，将螺栓150旋入560成与所述第一盲结构套筒10接合。
- [0208] 37. 根据条款36所述的方法500，其中，所述第一盲结构套筒10包括：套筒柄部14，所述套筒柄部14具有限定近侧部分16和远侧部分18的细长管状结构14a，所述套筒柄部14包括靠近所述近侧部分16的结构部分20、靠近所述远侧部分18的螺纹部分22和位于所述结构部分20与所述螺纹部分22之间的软化部分24；以及连接到所述套筒柄部14的所述近侧部分16的套筒头部30。
- [0209] 38. 根据条款37所述的方法500，其中，所述第一通孔102的尺寸和形状被设计成以间隙配合容纳所述第一盲结构套筒10的所述套筒柄部14的所述结构部分20。
- [0210] 39. 根据条款37或38所述的方法500，其中，所述第一通孔102的尺寸和形状被设计成以过盈配合容纳所述第一盲结构套筒10的所述套筒柄部14的所述结构部分20。
- [0211] 40. 根据条款37至39中任一项所述的方法500，其中，在所述第一盲结构套筒10中形成520所述第一球状部206的步骤包括：在所述第一盲结构套筒10的所述套筒柄部14的所述软化部分24中形成520所述第一球状部206。
- [0212] 41. 根据条款40所述的方法500，其中，所述第二盲结构套筒10' 包括：套筒柄部14'，所述套筒柄部14' 具有限定近侧部分16' 和远侧部分18' 的细长管状结构14a'，所述套筒柄部14' 包括靠近所述近侧部分16' 的结构部分20'、靠近所述远侧部分18' 的螺纹部分22' 和位于所述结构部分20' 与所述螺纹部分22' 之间的软化部分24'；以及连接到所述套筒柄部14' 的所述近侧部分16' 的套筒头部30'。
- [0213] 42. 根据条款41所述的方法500，其中，在所述第二盲结构套筒10' 中形成540所述第二球状部206' 的步骤包括：在所述第二盲结构套筒10' 的所述套筒柄部14' 的所述软化部分24' 中形成540所述第二球状部206'。
- [0214] 43. 根据条款36至42中任一项所述的方法500，所述方法还包括以下步骤：在将螺栓150旋入560成与所述第一盲结构套筒10接合之后，将第二螺栓150' 旋入570成与所述第二盲结构套筒10' 接合。
- [0215] 44. 根据条款36至43中任一项所述的方法500，所述方法还包括以下步骤：在将所述第一盲结构套筒10插入510所述第一通孔102中之前，在所述第一结构204A和所述第二结构204B中钻设505所述第一通孔102和所述第二通孔102'。
- [0216] 45. 一种夹紧紧固件250，所述夹紧紧固件250包括单体式本体252，所述单体式本体252包括：
- [0217] 套筒柄部254，所述套筒柄部254具有细长管状结构254a，所述套筒柄部254限定具有套筒头部260的近侧部分256和具有球状部262的远侧部分258。
- [0218] 46. 根据条款45所述的夹紧紧固件250，所述夹紧紧固件250还包括靠近所述远侧部分258的所述套筒柄部254的螺纹部分。
- [0219] 47. 根据条款45或46所述的夹紧紧固件250，其中，所述套筒头部260是埋头孔式头部。
- [0220] 48. 一种将第一结构204A钉紧到第二结构204B的方法600，所述第一结构204A和

所述第二结构204B至少限定第一通孔102和第二通孔102'，所述方法包括以下步骤：

[0221] 使盲结构套筒10的套筒柄部14的近侧部分16屈曲610，以使第一结构204A在套筒头部30与球状部206部分之间夹至第二结构204B。

[0222] 49. 根据条款48所述的方法600，其中，所述方法还包括以下步骤：

[0223] 将工具300的轴304与所述盲结构套筒10的远侧部分18接合620；

[0224] 将轴向支承力F1施加630到所述盲结构套筒10的套筒头部30，以使所述套筒头部30轴向地保持抵靠所述第一结构204A；以及

[0225] 将轴向拉力F2施加640到所述远侧部分18，以使所述近侧部分16屈曲。

[0226] 50. 根据条款48或49所述的方法600，其中，所述近侧部分16的所述球状部分206和所述套筒头部30提供对所述第一结构204A和所述第二结构204B的夹紧。

[0227] 51. 根据条款48至50中任一项所述的方法600，其中，所述屈曲610的步骤包括：朝向所述套筒柄部14的结构部分20轴向拉动605所述套筒柄部14，以在所述套筒柄部14中形成所述球状部206。

[0228] 尽管已经示出和描述了所公开的盲结构套筒、方法和系统的各种示例，但是本领域技术人员在阅读说明书时可以想到各种修改。本申请包括这样的修改并且仅由权利要求的范围限制。

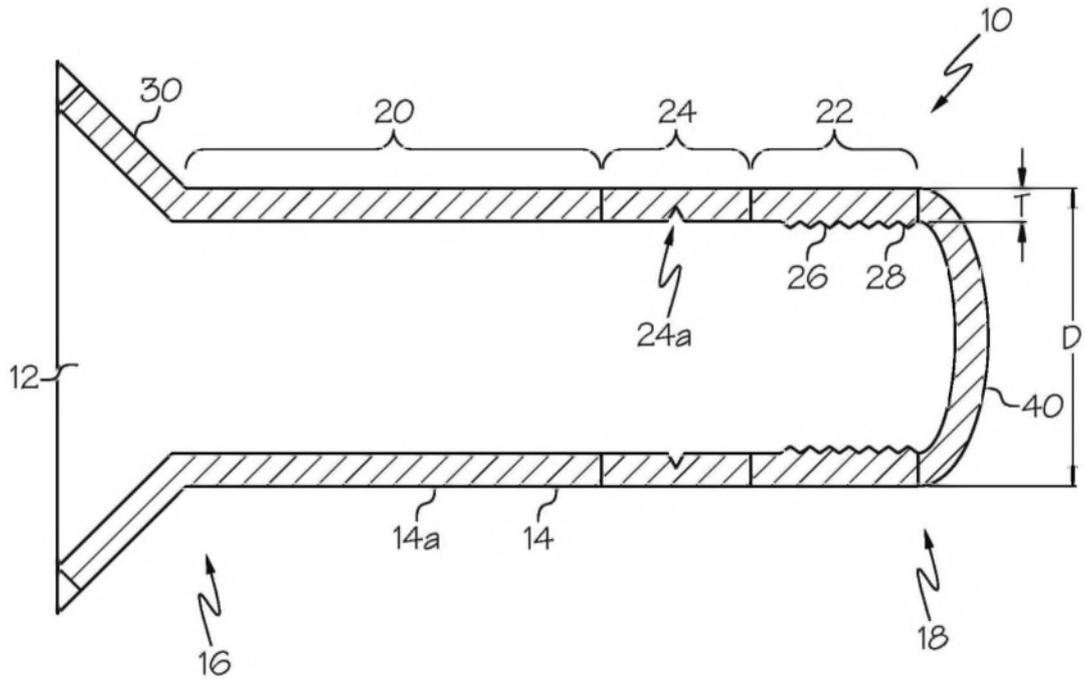


图1A

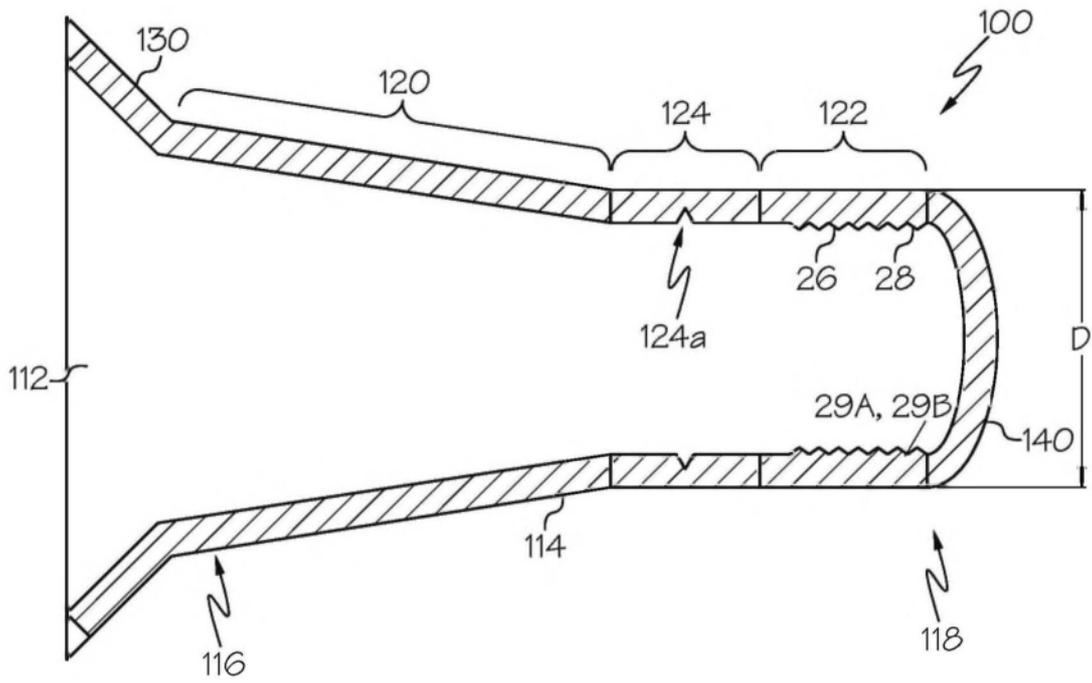


图1B

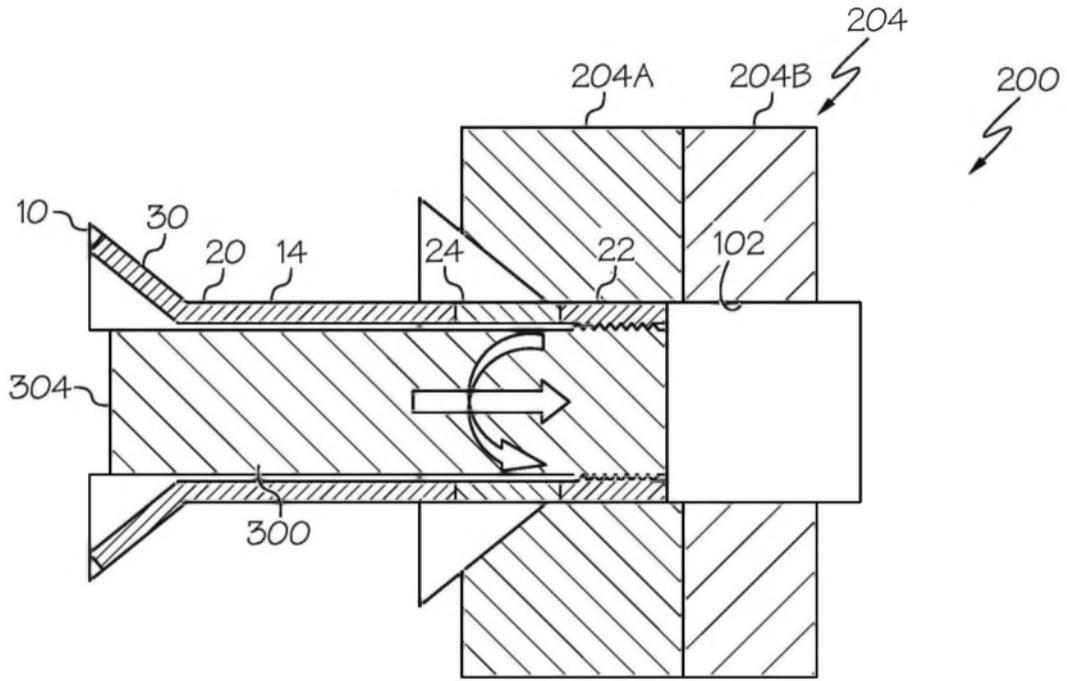


图2

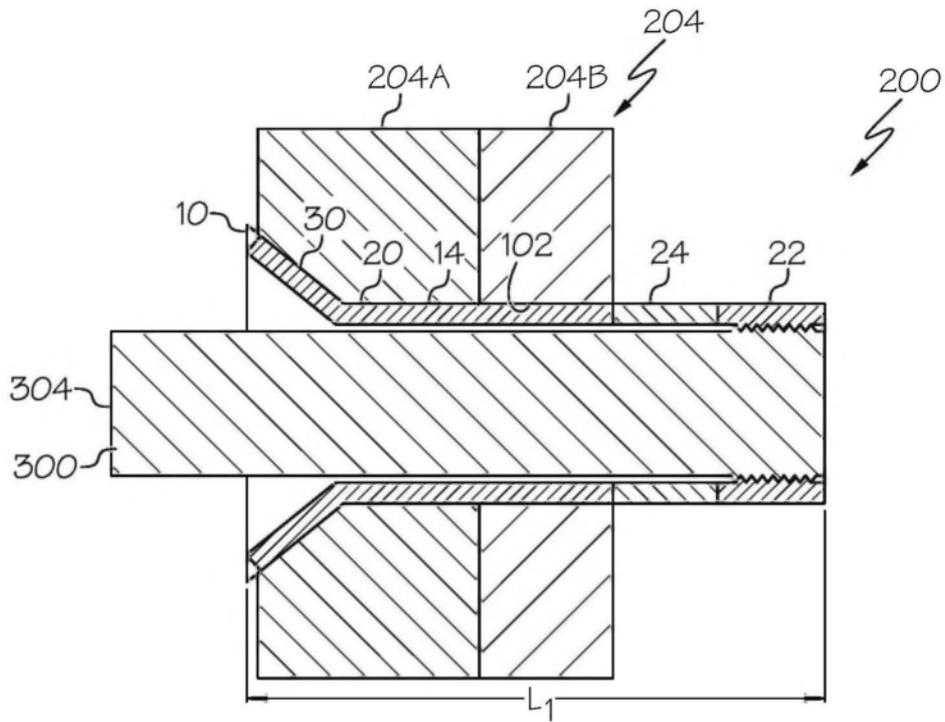


图3

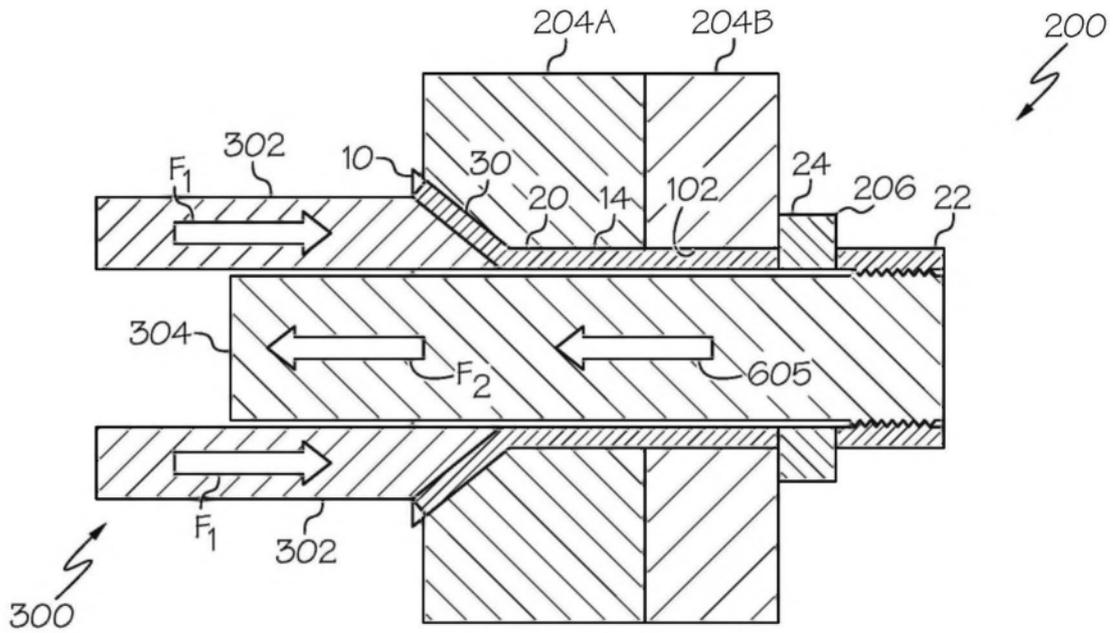


图4

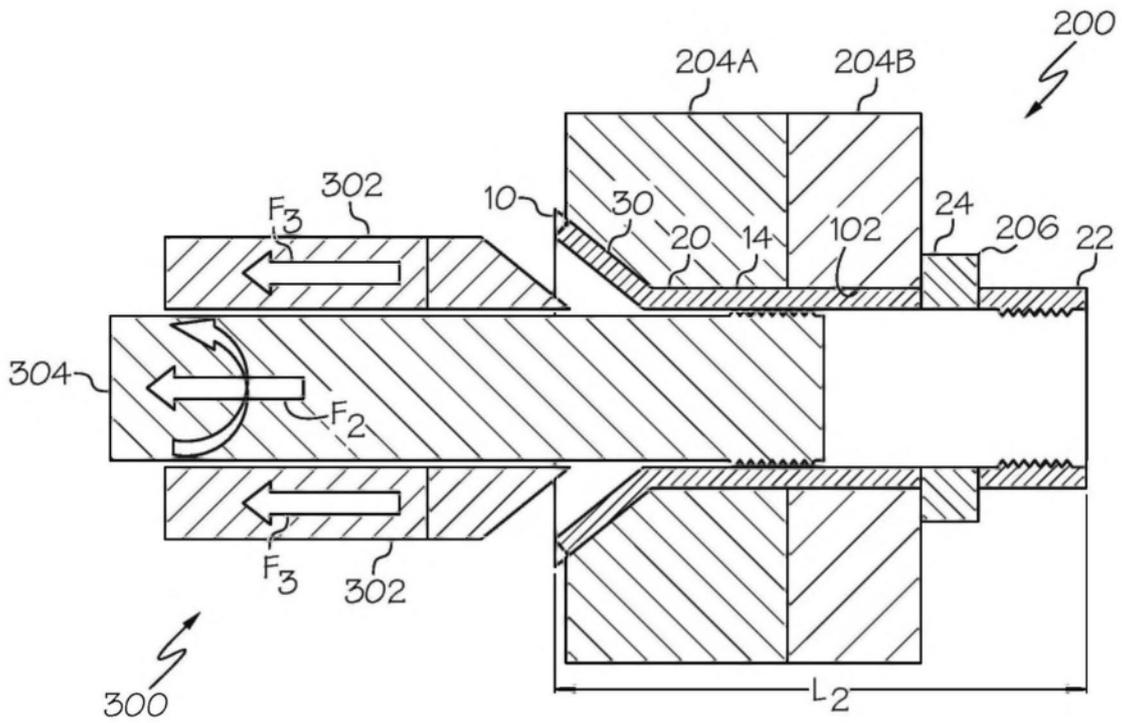


图5

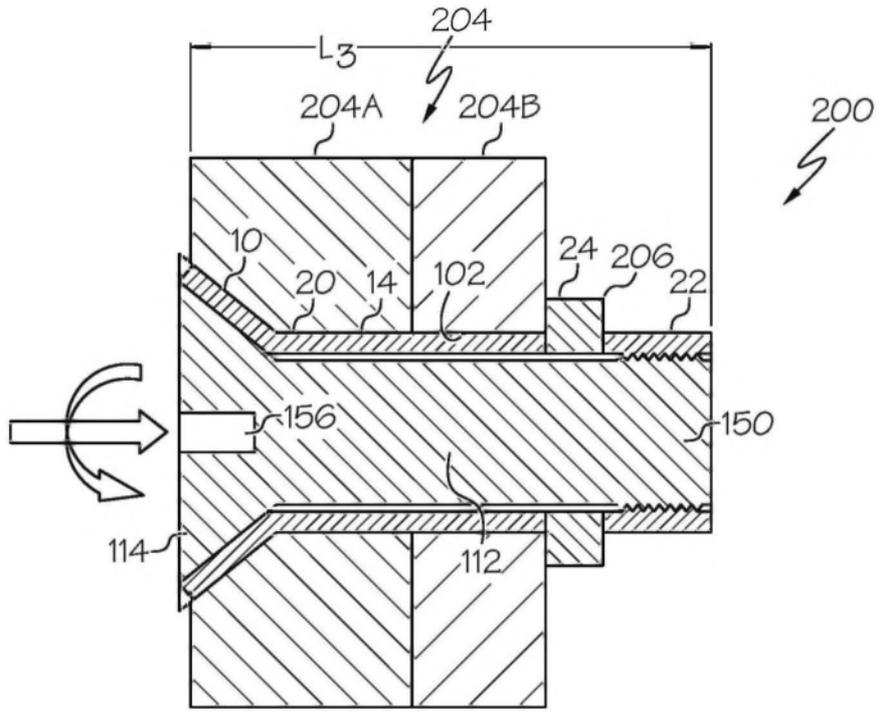


图6A

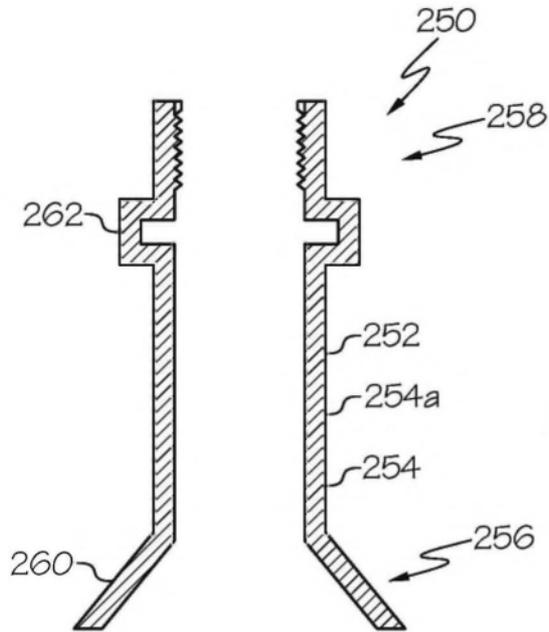


图6B

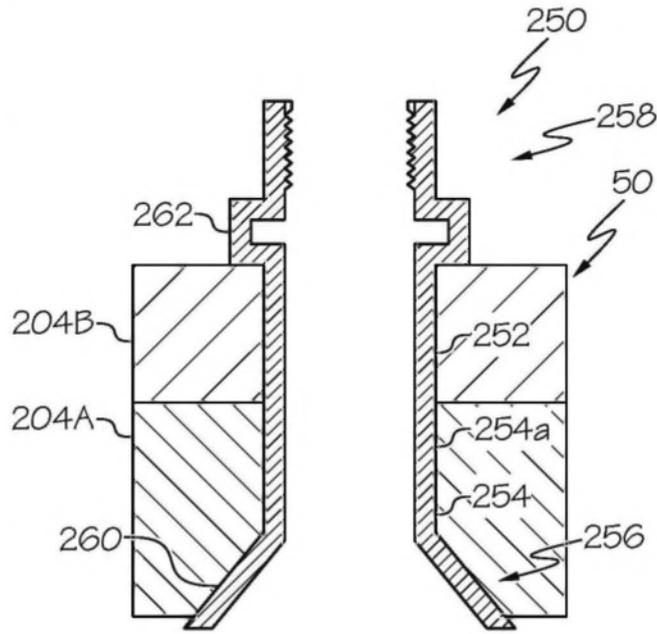


图6C

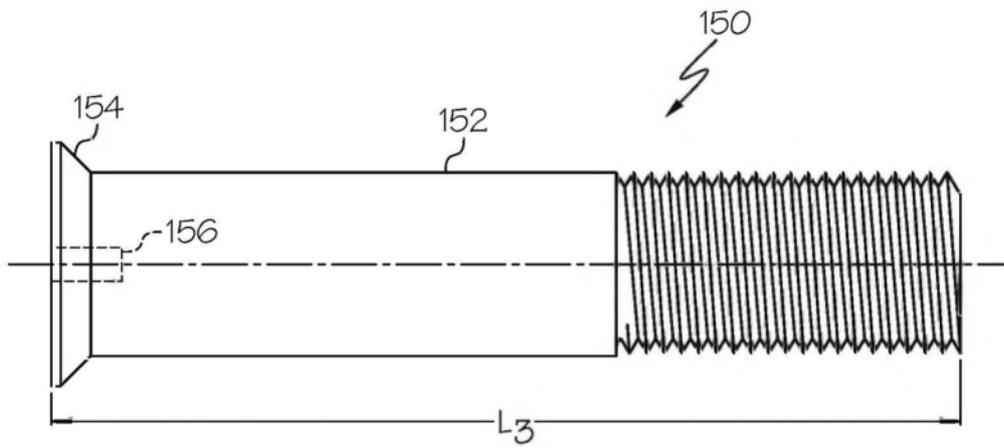


图7A

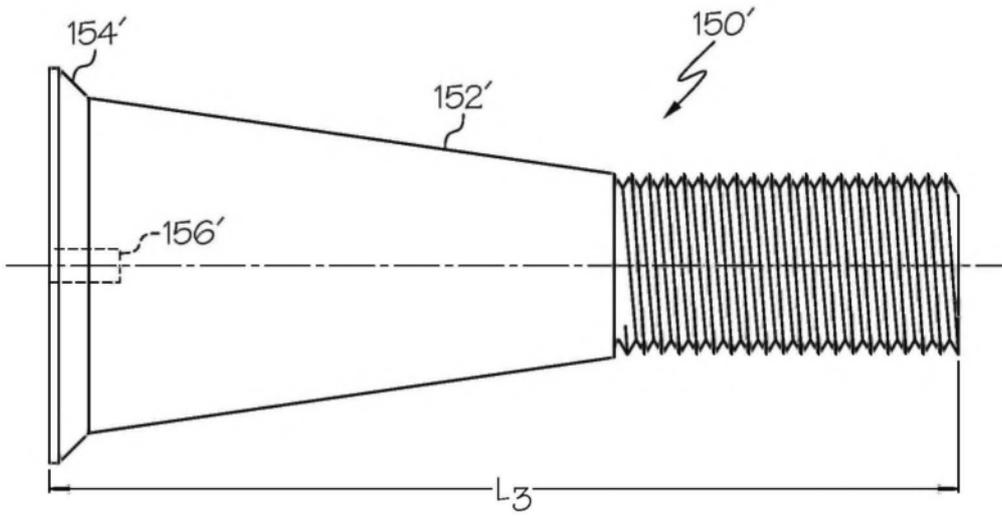


图7B

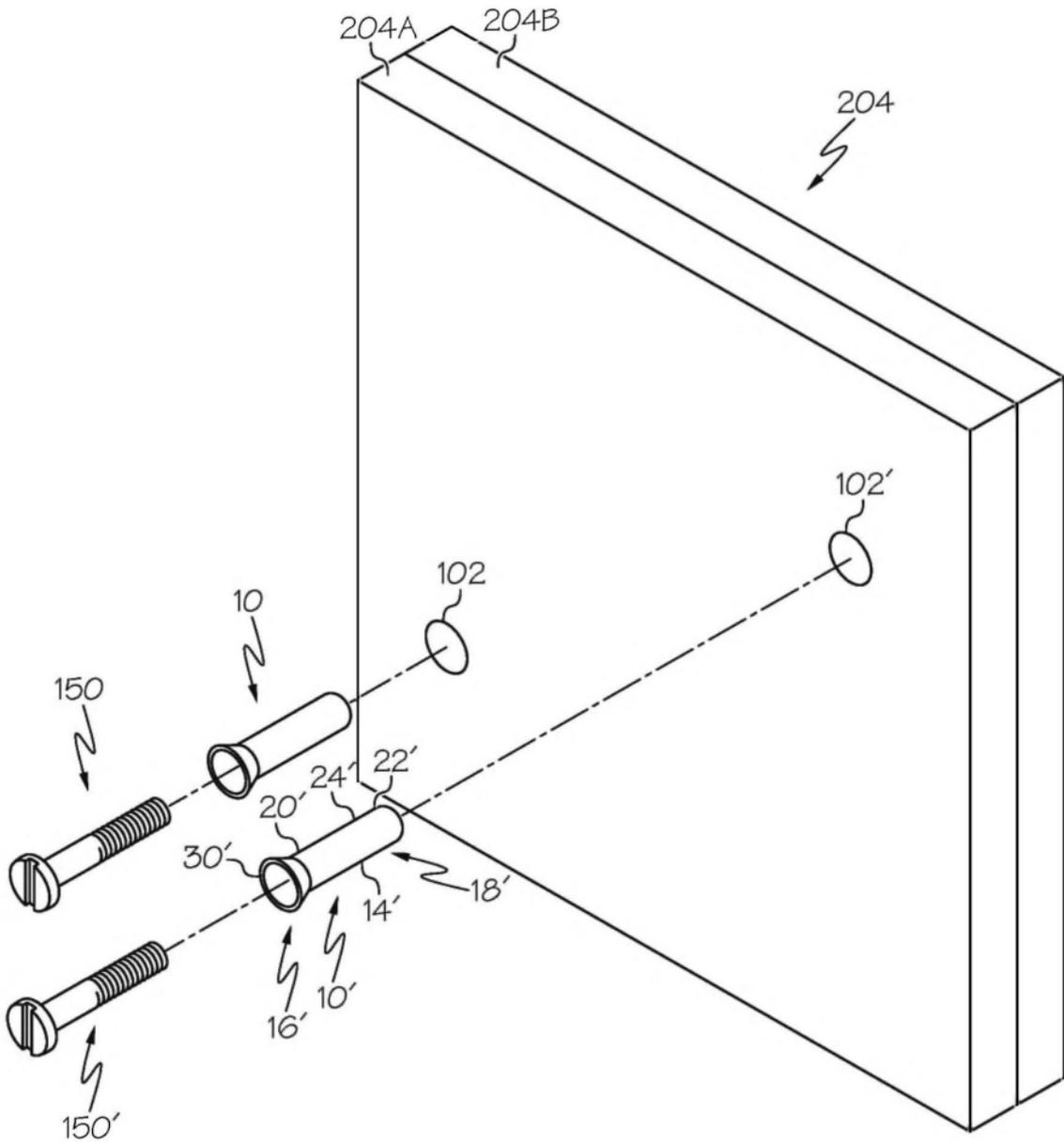


图8

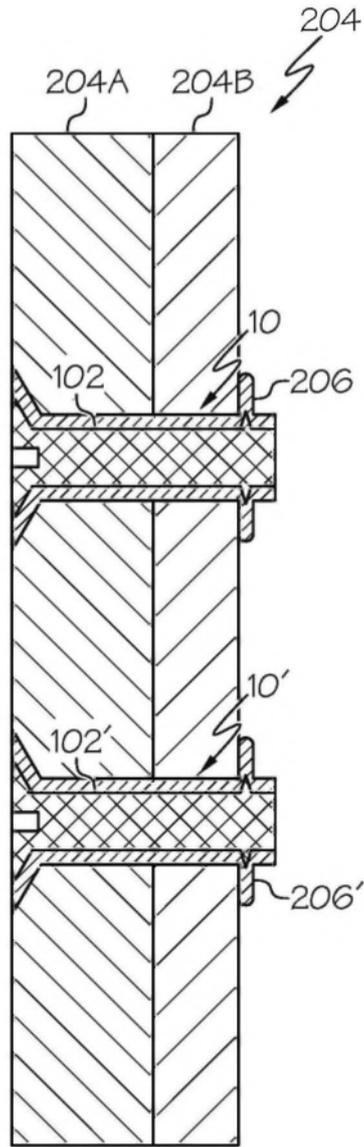


图9

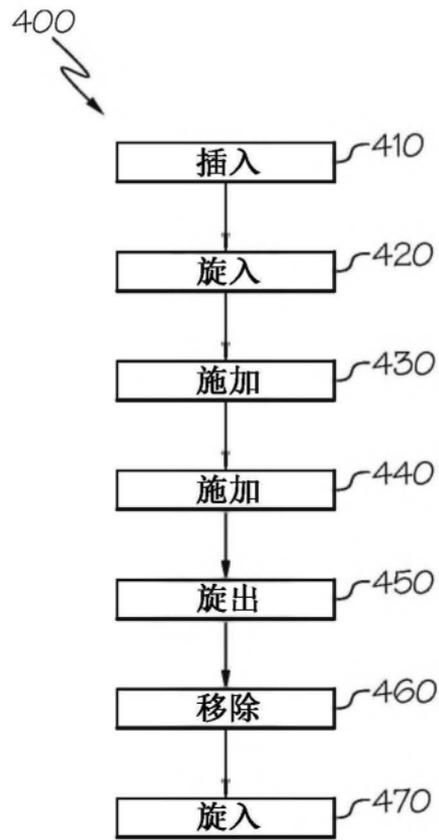


图10

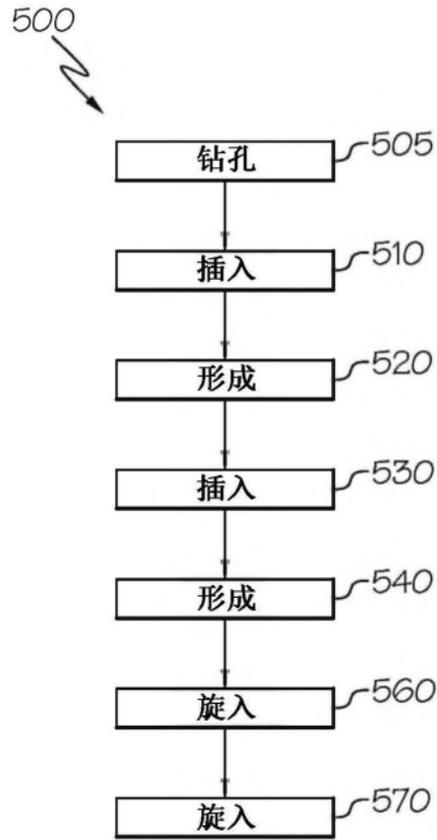


图11

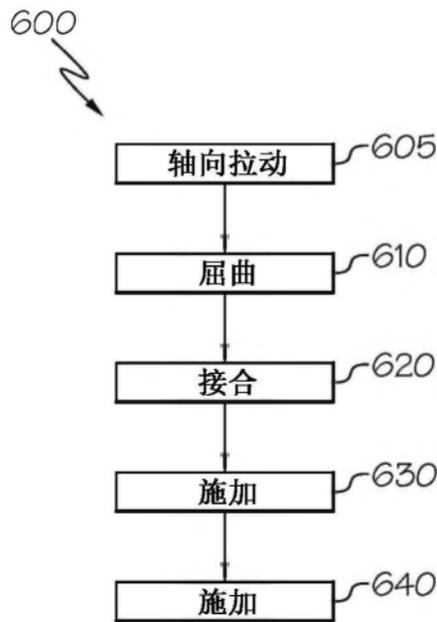


图12

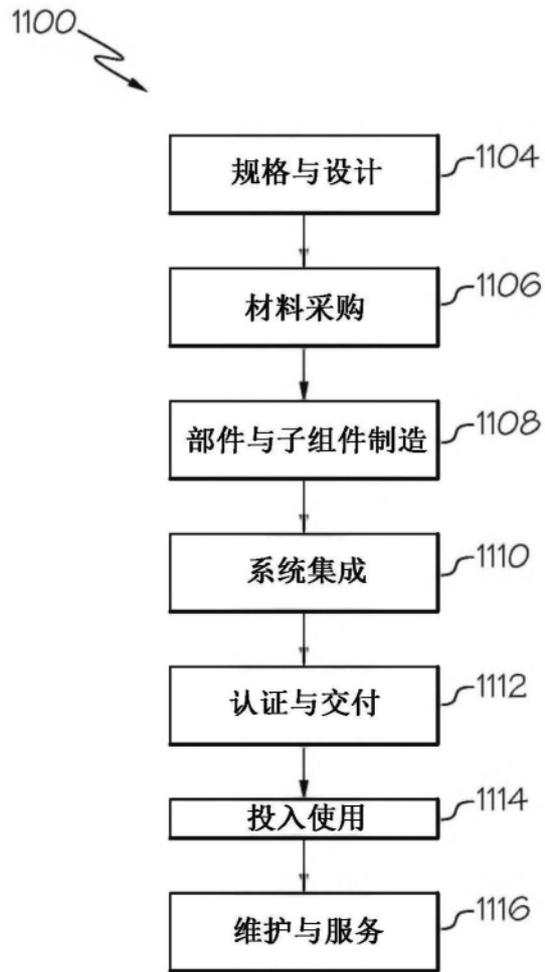


图13

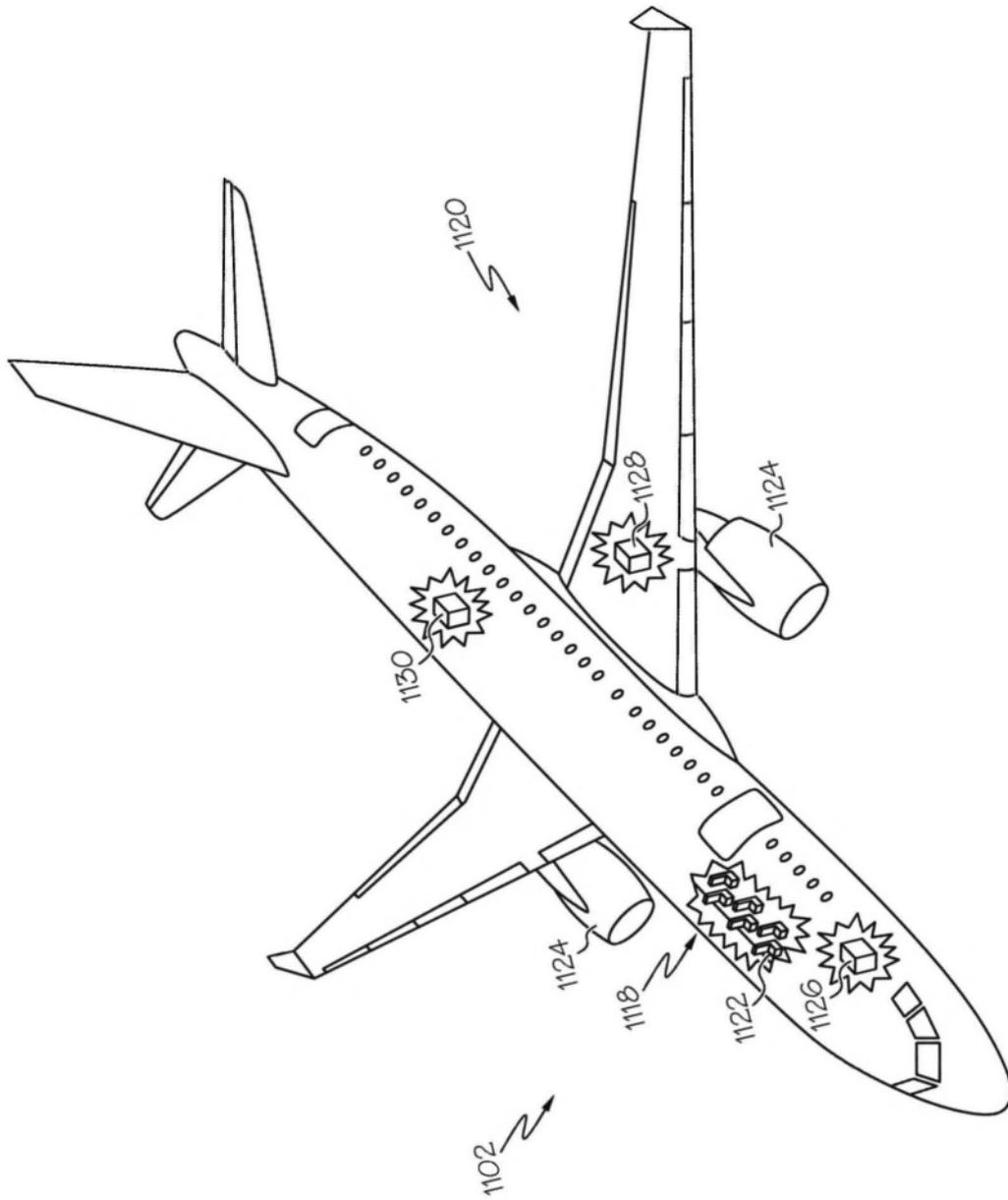


图14