



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111497256 B

(45) 授权公告日 2023. 08. 29

(21) 申请号 201911378046.6

(22) 申请日 2019.12.27

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 111497256 A

(43) 申请公布日 2020.08.07

(30) 优先权数据
102018133676.4 2018.12.28 DE

(73) 专利权人 空中客车德国运营有限责任公司
地址 德国汉堡
专利权人 弗劳恩霍夫应用研究促进协会

(72) 发明人 诺贝特·舍尔奇
延斯·斯坦德富斯
安尼特·克洛茨巴赫

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227
专利代理师 张春水 丁永凡

(51) Int.Cl.

B29C 65/16 (2006.01)

B29C 65/34 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 105936131 A, 2016.09.14

CN 108026302 A, 2018.05.11

US 10046511 B1, 2018.08.14

CN 106274015 A, 2017.01.04

DE 102008063651 A1, 2010.07.01

JP 4430131 B1, 2010.03.10

WO 2004106038 A2, 2004.12.09

US 2010193120 A1, 2010.08.05

US 2012216957 A1, 2012.08.30

审查员 刘泽泽

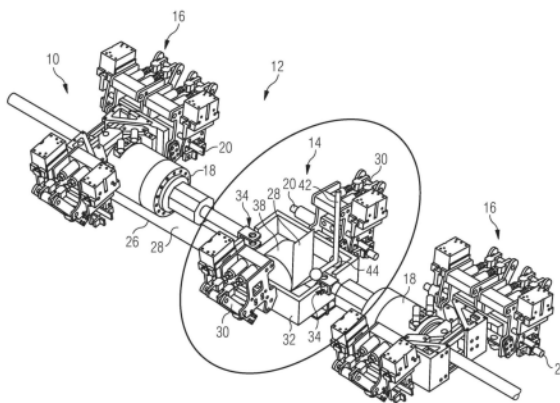
权利要求书2页 说明书8页 附图6页

(54) 发明名称

接合方法以及用于执行该方法的加工头和制造机床

(57) 摘要

为了能够实现不透明的碳纤维增强塑料件也借助于激光焊接进行接合,提出一种用于连接至少两个热塑性的工件(26)的接合方法,其中在工件(26)的边缘区域处产生削角部并且随后将工件(26)相对于彼此定位成,使得相对置的削角区域对接缝区域(60)限界。之后,将连接体(28)铺放到接缝区域(60)中并且借助于通过激光束(42)的局部的热量输入加热成,使得在工件(26)和连接体(28)之间形成牢固的材料配合连接。



1. 一种用于连接至少两个热塑性的工件(26,62,64)的接合方法,所述方法具有如下步骤:

a) 将在所述工件中的至少一个工件上的边缘区域削角,以便产生至少一个削角区域(68,92),其中所述削角区域(68,92)通过所述工件(26,62,64)的多个工件层(66,70,76,80,82)阶梯状地构成;

b) 将所述工件(26,62,64)相对于彼此定位成,使得一个工件(26,62,64)的削角区域(68,92)和另一工件(26,62,64)对接缝区域(60)限界,其中在所述接缝区域(60)中,所述工件(26,62,64)定位成,使得在所述工件(26,62,64)的最下方的工件层(76)之间沿着所述工件层的平行方向形成制造间隙(78);

c) 将连接体(28,86,90)铺放到所述接缝区域(60)中,并且借助于局部的热量输入加热所述连接体(28,86,90)的一部分,以在每个工件(26,62,64)和所述连接体(28,86,90)之间形成材料配合连接,其中在铺放第一连接体层时,将所述连接体(86)借助于抓住所述连接体(86)的压紧装置(36)和抓住所述工件(26,62,64)的配合压紧装置(50)压紧,其中所述配合压紧装置(50)在所述工件(26,62,64)下方和之间延伸;并且其中所述配合压紧装置(50)具有斜撑(54),当进行压紧时,所述斜撑被引入到所述工件(26,62,64)之间。

2. 根据权利要求1所述的接合方法,其特征在于,

在步骤a)中,

-通过相应的纤维铺放、材料去除、激光剥离、机器加工和/或铣削进行削角;和/或

-将所述削角区域(68,92)通过如下方式预处理:露出所述工件的纤维;和/或

-将所述削角区域(68,92)通过如下方式预处理:借助于激光表面处理露出所述工件(26,62,64)的纤维;和/或

-将所述削角区域(68,92)通过如下方式预处理:将所述工件(26,62,64)用微结构化的功能层覆层;和/或

-将所述削角区域(68,92)通过如下方式预处理:将所述工件(26,62,64)用微结构化的功能层等离子覆层。

3. 根据上述权利要求中任一项所述的接合方法,其特征在于,

在步骤b)中,将所述工件(26,62,64)定位成,使得所述接缝区域(60)的宽度沿垂直于所述工件层(66,70,76,80,82)的方向增大。

4. 根据权利要求3所述的接合方法,其特征在于,

在步骤b)中,将所述工件(26,62,64)定位成,使得所述接缝区域(60)的宽度沿垂直于所述工件层(66,70,76,80,82)的方向逐级增大。

5. 根据权利要求1或2所述的接合方法,其特征在于,

在步骤c)中,将所述连接体(28,86,90)借助于压紧装置(36)压靠到所述工件(28,86,90)上。

6. 根据权利要求5所述的接合方法,其特征在于,

所述压紧装置(36)在背离所述工件(28,86,90)的连接体宽侧上抓住所述连接体(28,86,90)。

7. 根据权利要求5所述的接合方法,其特征在于,

所述压紧装置(36)是压紧辊(38)。

8. 根据权利要求1或2所述的接合方法,其特征在于,在步骤c)中,将所述连接体(28,86,90)在单个连接体宽侧上加热。
9. 根据权利要求1或2所述的接合方法,其特征在于,在步骤c)中,将多个连接体(28,86,90)逐层地铺放并且加热,以便产生与相应的工件(66,70,76,80,82)材料配合地连接的连接体层。
10. 根据权利要求1或2所述的接合方法,其特征在于,所述配合压紧装置(50)抓住所述工件(26,62,64)的最下方的工件层(76)。
11. 根据权利要求1或2所述的接合方法,其特征在于,所述配合压紧装置(50)具有配合压紧辊(52),所述配合压紧辊设置在所述压紧装置(36)对面。
12. 根据权利要求11所述的接合方法,其特征在于,所述配合压紧辊(52)设置在所述斜撑(54)的端部区域(56)处。
13. 根据权利要求1或2所述的接合方法,其特征在于,在步骤c)中,在铺放第二或另一连接体层时,将另外的连接体(90)仅借助于抓住所述另外的连接体(90)的压紧装置(36)压靠到所述工件(26,62,64)上。
14. 根据权利要求13所述的接合方法,其特征在于,将所述另外的连接体(90)仅借助于所述压紧装置(36)压靠到对应于所述第二或另一连接体层的工件层上。
15. 根据权利要求1或2所述的接合方法,其特征在于,在步骤c)中,通过激光束(42)在所述接缝区域(60)上扫描进行加热。
16. 根据权利要求1或2所述的接合方法,其特征在于,在步骤c)中,在铺放和加热第一连接体层时借助于填充材料(48)填充所述制造间隙(78)。
17. 根据权利要求1或2所述的接合方法,其特征在于,
 - 所述连接体(28,86,90)构成为柔性的连接带;和/或
 - 所述连接体(28,86,90)包含至多部分硬化的纤维增强塑料或者由其制成;和/或
 - 所述连接体(28,86,90)包含金属板(84)或者由其制成;和/或
 - 所述连接体(28,86,90)包含纤维金属层压板或者由其制成;和/或
 - 所述连接体(28,86,90)包含多层的纤维增强塑料或者由其制成;和/或
 - 所述纤维增强塑料是碳纤维增强塑料和/或是玻璃纤维增强塑料。
18. 一种用于制造机床(10)的加工头(14),所述制造机床构成用于制造用于飞机的机身区段的机身部件或者用于飞机的机身区段,其中所述加工头(14)构成用于借助于上述权利要求中任一项所述的接合方法连接至少两个工件(26,62,64),所述工件包含纤维增强塑料或者由其制成,并且所述加工头包括:铺放装置,所述铺放装置用于将连接体(28,86,90)铺放到在所述工件(26,62,64)之间的接缝区域(60)中;活化装置,所述活化装置构成用于借助于局部的热量输入加热所述连接体(28,86,90)的处于所述接缝区域(60)中的部分;和压紧装置(36),所述压紧装置构成用于将加热的所述连接体(28,86,90)压紧到所述工件(26,62,64)上,以便在每个工件(26,62,64)和所述连接体(28,86,90)之间形成材料配合连接。
19. 一种制造机床(10),其特征在于,设有根据权利要求18所述的加工头(14)。

接合方法以及用于执行该方法的加工头和制造机床

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于连接至少两个热塑性的工件的接合方法。此外，本发明涉及一种用于执行该方法的加工头和制造机床。

背景技术

[0002] 将激光技术用于接合热塑性的部件是普遍已知的并且已经应用于工业级一些时间，包括感应焊接、透射激光焊接或在原位先进纤维铺放技术（英语为：advanced fibre placement technology，简称AFPT）。一个实例从空客发明公开CPA 10420“Integriertes Fügen durch Vaporisation geschäfteter Nähte”中已知。除了激光焊接技术之外，在其中公开了激光蒸发技术，以便提供削角连接部作为结构有效的接口面。

[0003] 透射激光焊接原则上需要接合部件中的至少一个是大部分透明的，使得激光可以穿透所述部件向下直至接合面。激光的扩散和连接部的整体加热几乎是不可避免的，并且可以明显地影响接合工艺的可控性和速度。除了对材料透明度的要求之外，所述技术也由于接合部件的厚度受到限制。

[0004] 感应焊接以及透射激光焊接的整体加热以及对工艺控制的限制由到碳纤维中的能量耦合输入和/或用于避雷的铜网造成。

发明内容

[0005] 本发明基于如下目的，提出如下措施，所述措施能够实现在接合复合构件时的改进的工艺流程。

[0006] 所述目的通过一种用于连接至少两个热塑性的工件的接合方法、一种用于制造机床的加工头以及一种制造机床来实现。优选的改进方案在下文说明。

[0007] 本发明实现一种用于连接至少两个热塑性的工件的接合方法，所述工件包含尤其纤维增强塑料或者由其制成，所述方法具有如下步骤：

[0008] a) 将工件中的至少一个工件上的边缘区域削角，以便产生至少一个削角区域；

[0009] b) 将工件相对于彼此定位成，使得一个工件的削角区域和另一个工件对接缝区域限界；

[0010] c) 将连接体铺放到接缝区域中并且借助于局部的热量输入加热连接体的处于接缝区域中的部分，以在每个工件和连接体之间形成材料配合连接。

[0011] 优选的是，在步骤a)中，通过相应的纤维铺放、材料去除、激光剥离、机器加工和/或铣削进行削角。

[0012] 优选的是，在步骤a)中，通过工件的多个工件层阶梯状地构成削角区域。

[0013] 优选的是，在步骤a)中，将削角区域通过如下方式预处理：将工件的纤维露出。

[0014] 优选的是，在步骤a)中，将削角区域通过如下方式预处理：将工件的纤维借助于激光表面处理露出。

[0015] 优选的是，在步骤a)中，将削角区域通过如下方式预处理：将工件用微结构化的功

能层覆层。

[0016] 优选的是,在步骤a)中,将削角区域通过如下方式预处理:将工件用微结构化的功能层等离子覆层。

[0017] 优选的是,在步骤b)中,将工件定位成,使得在工件或工件的最下方的工件层之间形成制造间隙。

[0018] 优选的是,在步骤b)中,将工件定位成,使得接缝区域的宽度沿垂直于工件层的方向增大或逐级增大。

[0019] 优选的是,在步骤b)中,在工件之间的沿着工件层的平行方向的间距沿垂直于工件层的方向观察增大或逐级增大。

[0020] 优选的是,在步骤b)中,在最下方的工件层之间的沿着工件层的平行方向的间距是工件之间的最小间距。

[0021] 优选的是,在步骤b)中,制造间隙是在工件之间的沿着工件层的平行方向的最小间距。

[0022] 优选的是,在步骤c)中,将连接体借助于压紧装置,尤其压紧辊,压靠到工件上,其中优选地,压紧装置在背离工件的连接体宽侧上抓住连接体。

[0023] 优选的是,在步骤c)中,将连接体在一个,尤其单独的连接体宽侧上加热。

[0024] 优选的是,在步骤c)中,连接体宽侧朝向下一方的工件层。

[0025] 优选的是,在步骤c)中,将连接体在至少一个,尤其两个连接体窄侧上加热。

[0026] 优选的是,在步骤c)中,连接体窄侧在接缝区域的横向方向上朝向下一工件层窄侧。

[0027] 优选的是,在步骤c)中,将多个连接体逐层铺放和加热,以便产生与相应的工件材料配合地连接的连接体层。

[0028] 优选的是,在步骤c)中,在铺放第一连接体层时,将连接体借助于抓住连接体的压紧装置和抓住工件尤其最下方的工件层的配合压紧装置压紧。

[0029] 优选的是,配合压紧装置在工件下方和之间延伸。

[0030] 优选的是,配合压紧装置具有斜撑,当进行压紧时,所述斜撑引入到工件之间。

[0031] 优选的是,配合压紧装置具有配合压紧辊,所述配合压紧辊设置在压紧装置对面,尤其设置在斜撑的端部区域处。

[0032] 优选的是,在步骤c)中,在铺放第二或另一连接体层时,将连接体仅借助于抓住连接体的压紧装置压靠到工件上,尤其对应于连接体层的工件层上。

[0033] 优选的是,在步骤c)中,通过激光束在接缝区域上扫描进行加热。

[0034] 优选的是,尤其在步骤c)中,在铺放和加热第一连接体层时借助于填充材料填充制造间隙。

[0035] 优选的是,连接体构成为柔性的连接带。

[0036] 优选的是,连接体包含至多部分硬化的纤维增强塑料或者由其制成。

[0037] 优选的是,连接体包含金属板或者由其制成。

[0038] 优选的是,连接体包含纤维金属层压板或者由其制成。

[0039] 优选的是,连接体包含多层的纤维增强塑料或者由其制成。

[0040] 优选的是,纤维增强塑料是碳纤维增强塑料和/或玻璃纤维增强塑料。

[0041] 本发明实现一种用于制造机床的加工头,所述制造机床构成用于制造用于飞机的机身区段的机身部件或用于飞机的机身区段,其中加工头构成用于连接至少两个工件,所述工件包含纤维增强塑料或者由其制成,并且加工头包括:削角装置,所述削角装置构成用于将工件中的至少一个工件处的边缘区域削角,以便产生至少一个削角区域;铺放装置,所述铺放装置构成用于将连接体铺放到工件之间的接缝区域中;和活化装置,所述活化装置构成用于借助于局部的热量输入加热连接体的处于接缝区域中的部分;和压紧装置,所述压紧装置构成用于将加热的连接体压紧到工件上,以便在每个工件和连接体之间形成材料配合连接。

[0042] 优选的是,配合压紧装置可移除地构成,以便在铺设第二或另一连接体层时将连接体仅借助于压紧装置压靠到工件上,尤其对应于连接体层的工件层上。

[0043] 优选的是,活化装置构成为,在尤其单独的连接体宽侧上加热连接体。

[0044] 优选地,加工头包括配合压紧装置,所述配合压紧装置构成为抓住工件,尤其最下方的工件层,并且朝向压紧装置的方向压紧。

[0045] 优选的是,压紧装置设置成,在背离工件的连接体宽侧上抓住连接体。

[0046] 优选的是,配合压紧装置在工件下方和之间延伸。

[0047] 优选的是,配合压紧装置具有斜撑,所述斜撑可引入到工件之间。

[0048] 优选的是,配合压紧装置具有配合压紧辊,所述配合压紧辊设置在压紧装置对面,尤其斜撑的端部区域处。

[0049] 优选地,加工头包括填充材料输送装置,所述填充材料输送装置构成为,将填充材料输送给接缝区域,尤其制造间隙,借此在铺放和加热第一连接体层时,可以将接缝区域部分地借助于填充材料填充。

[0050] 优选的是,活化装置包括激光装置,所述激光装置构成为,产生用于加热的激光束并且将其引导至接缝区域。

[0051] 优选的是,激光装置包括扫描模块,所述扫描模块构成用于激光束在接缝区域上扫描。

[0052] 优选地,加工头包括预处理装置,所述预处理装置构成为,使得可产生激光束并且可将其引导至接缝区域,所述接缝区域构成为,使得工件的纤维可由于其由激光束的辐照而露出。

[0053] 优选地,加工头包括预处理装置,所述预处理装置构成为,使得可以在工件上产生微结构化的功能层。

[0054] 本发明还实现一种制造机床,所述制造机床构成为,执行优选的方法,并且所述制造机床包括优选的加工头。

[0055] 优选地,制造机床包括工件定位装置,所述工件定位装置构成为,将工件定位处成,使得可以在工件、尤其工件的最下方的工件层之间产生制造间隙。

[0056] 优选的是,削角装置构成削角区域,使得在定位之后,接缝区域的宽度沿垂直于工件层的方向尤其逐级地和/或持续地增大。

[0057] 优选的是,在工件之间的沿着工件层的平行方向的间距沿垂直于工件层的方向观察尤其逐级地和/或持续地增大。

[0058] 优选的是,在最下方的工件层之间的沿着工件层的平行方向的间距是工件之间的

最小间距。

[0059] 优选的是,制造间隙是工件之间的沿着工件层的平行方向的最小间距。

[0060] 本发明在TP194“Typical and Lower Centre Fuselage”的项目“NEW2025 Multifunctional Fuselage”中完成。除了机头和机身之外,项目面向用于机身部件中的典型应用的未来技术,包括系统集成和接合构思。

[0061] 本发明也可以在由热塑性碳纤维增强塑料(英语为:carbon fibre reinforced plastic,简称:CFRP)或热塑性塑料覆层的金属构成的任意接缝中和同样在纤维金属层压(FML)部件或板中使用。最适合的应用可能是接合机身蒙皮和部件,例如在较大的部件制造,例如机身区段的平面上的纵向接缝,和在最终制造的平面上的环周接缝,例如用于连接机身区段。

[0062] 不同于已知的方法,本发明利用如下可行性,直接加热接合面,其方式为:可以抬起接合部件中的一个。与本身已知的AFPT工艺类似地,将激光引导到开口间隙中,以便局部地将表面加热到熔化温度。借此,可以通过如下方式避免在整个部段中的树脂熔化:熔化区限制于接合面。在CFRP材料与此相对地不可使用透射激光焊接方法,而本发明能够实现将激光焊接法用于CFRP。与铺放各个层的AFPT工艺不同,本发明利用一组层,所述层可足够地弯曲,以便能够实现用于激光的间隙。

[0063] 本发明利用在所述项目之内选择的热塑性CFRP材料的可焊接性。本发明避免部件构造和最终安装中的CFRP灰尘从而允许预构成的机身蒙皮和部段的成本有效的组装。本发明将现存的技术,例如激光束焊接和热塑性削角接合,与从IWS和空客的持续进行的项目中推导出的工业自动化的应用组合。所谓的MuVaX构思为了一体的接缝准备和通过用于最终制造的摩擦搅拌焊接接合金属结构如下发展:仅一侧是可触及的。

[0064] 在此提出的方法在应用中由于将激光用于局部地加热焊缝与借助于热像仪在接合工艺期间对表面的温度控制的组合是固有鲁棒的。不同地,透射激光焊接和感应焊接依赖于预定义的工艺参数,以便在焊接线中预测真正的熔化温度。然而熔化温度是针对连接质量的工艺关键参数。因此,感应焊接在使用时是不那么鲁棒的并且不一定能够补偿未知的工艺参数,如层厚度的局部变化。此外,本发明可以用于,接合其他的材料机身构思,如材料井式梁板设计,FML结构或任意其他与热塑性塑料的覆层或基质的组合。

[0065] 一个重要的思想是在部件构造中纵向的热塑性塑料的连接的激光焊接。这允许在工业级接合/连接机身蒙皮。此外,这在使用时由于借助于热像仪控制冷却工艺和接合面的表面温度的能力是固有鲁棒和灵活的。因为削角的几何形状可以吸收径向公差,所述思想允许在部件平面或者在定位机身蒙皮时几何公差的累积。因为接缝不在整个厚度上被完全加热,所以最终接缝中的嵌入的张力和扭曲的概率降低。

[0066] 技术构造类似于AFPT,然而使用由不同的材料取向的多层CFRP材料构成的带。替代各个板条而在大的辊上的预拣选带可以提高工艺的速度并且能够实现允许使用简单的支撑和压紧工具,以便闭合连接并且在冷却工艺期间控制形成工艺。MuVaX系统可以调整成,容纳激光器和带材料,以便在部件构造平面上焊接接缝。使用热像仪,以便在周围观察激光加热和材料温度,以便控制冷却工艺。工业构造适合于焊接混合结构的热塑性连接部,如例如FML或井式梁板设计,并且也可以在航空工业之外使用。

[0067] 方法步骤尤其为:

- [0068] 1) 通过匹配的纤维铺放、激光剥离或机器加工,准备削角的接缝;
- [0069] 2) 通过激光和/或等离子,使表面结构化/活化,以提高连接强度;
- [0070] 3) 借助于用于最终制造的MuVaX构思,固定、准备棱边和定位
- [0071] 4) 借助压紧辊和辅助的配合压紧辊对第一层进行激光焊接,借助于MuVaX系统的激光带焊接单元用热塑性填充线进行间隙填充
- [0072] 5) 借助于激光焊接对第二层至第n层进行激光焊接。

附图说明

- [0073] 实施例根据所附的示意图详细阐述。其中示出:
- [0074] 图1示出制造机床的一个实施例;
- [0075] 图2示出加工头的一个实施例;
- [0076] 图3示出图2中的加工头的一部分的细节图;
- [0077] 图4示出接缝区域的横截面图;
- [0078] 图5示出接缝区域的立体图
- [0079] 图6示出预处理的削角区域的视图;
- [0080] 图7示出预处理装置的一个实施例;和
- [0081] 图8示出功能层的一个实施例。

具体实施方式

[0082] 首先参照图1,图1示出制造机床10的部分图。制造机床10沿着纵向方向延伸,所述纵向方向也能够称作为制造方向。

[0083] 制造机床10包括工具运输装置12,所述工具运输装置构成用于运输不同的加工头14。工具运输装置12具有两个工具运输单元16,所述工具运输单元沿着制造方向间隔开。加工头14设置在两个工具运输单元16之间。

[0084] 工具运输单元16借助于气动缸或液压缸18沿着制造方向运动。在此,工具运输单元16不连续地运动,而加工头14连续地运动。工具运输单元16具有横向于制造方向间隔开的引导装置20,所述引导装置借助于引导辊22在导轨24上引导。导轨24出于概览的目的仅部分地示出。

[0085] 加工头14的一个实施例详细地在图2和图3中示出。加工头14构成为借助于连接体28将热塑性的工件26彼此连接。

[0086] 加工头14包括加工头引导装置30,用于沿着制造方向引导加工头14,所述引导方向在图2中从左向右伸展。

[0087] 加工头14包括支撑框架32,所述支撑框架提供用于加工头14的不同部件的固定区域。支撑框架32具有一对缸耦联装置34,借助于所述缸耦联装置加工头可以连接于缸18。

[0088] 加工头14还包括具有至少一个压紧辊38的压紧装置36,所述压紧装置可以将连接体28压紧到工件26的至少一个上,以便将其材料配合地彼此连接。

[0089] 为了连接,加工头14还可以包括激光装置40,所述激光装置可以将激光束42借助于扫描模块44引导到工件26和连接体28上。扫描模块44包括至少一个可致动地运动的扫描镜45。

[0090] 加工头14此外具有填充材料输送装置46,所述填充材料输送装置构成为输送填充材料48,例如热塑性树脂或热塑性塑料。

[0091] 加工头14可以具有配合压紧装置50,所述配合压紧装置可松开地设置。配合压紧装置50优选地具有配合压紧辊52。配合压紧辊52可以在直径上构成为小于压紧辊38。

[0092] 此外,配合压紧装置50可以包括斜撑54,所述斜撑在工件26之间延伸并且在其端部区域56上设置有配合压紧辊52。

[0093] 在斜撑54上可以设置有至少一对斜撑引导辊58,所述斜撑引导辊可以改进斜撑54穿过工件26的运动。

[0094] 压紧装置36和配合压紧装置50在其之间限定用于工件26和连接体28的间隙,使得可以将其压紧。

[0095] 下面参照图4和图5,图4和图5示出接缝区域60。第一工件62和第二工件64包括多个工件层66。

[0096] 工件层66构成为,例如在制造时已经构成为或通过制造之后的材料加工构成为,使得每个工件62、64具有削角区域68。

[0097] 每个工件62、64包括多个工件层70。工件层70分别以工件层宽侧72相叠铺放,使得一个工件62、64的工件层窄侧74总是朝向另一工件64、62的工件层窄侧74。

[0098] 在此,形成工件62的下侧表面的最下方的工件层76可以形成用于配合压紧装置50的斜撑54的制造间隙78。制造间隙78明显窄于工件层窄侧74的间距。

[0099] 多个工件中间层80可以连接于最下方的工件层76,所述工件中间层又分别以其工件层宽侧72上下相叠。

[0100] 此外,可以设有最上方的工件层82,所述工件层形成工件62的上侧表面。

[0101] 在本实例中,最下方的工件层76和工件中间层80由纤维增强塑料材料形成,而最上方的工件层82由金属板84形成。在该上下文中也提及纤维金属层压板,简称为FML。

[0102] 应注意的是,在此可以考虑任意组合并且所述组合主要取决于期望的应用领域。

[0103] 为了连接工件62、64,现在进行如下处理。将例如作为连接带88在辊上提供的并且同样可以由纤维增强塑料形成的带状的第一连接体86铺放到通过相应的削角区域68和必要时对制造间隙78限界的接缝区域60中,在此之前将第一连接体86和两个工件62、64通过激光束42加热,使得随后借助于压紧装置36和配合压紧装置50进行在第一连接体86和工件62、64之间的材料配合连接。在同一时间范围中,由填充材料输送装置46输送到接缝区域60中的填充材料48完全地封闭制造间隙78。在这两个过程中,将激光束42借助于扫描模块44在接缝区域60的整个宽度上扫描从而局部地引入热量。在此,仅工件62、64和第一连接体86的表面熔化,使得可以防止所述构件的其他区域的过度加热。

[0104] 在另一工作过程中,首先移除配合压紧装置50并且随后用另外的连接体90重复所述过程,直至整个接缝区域60齐平。

[0105] 下面还参照图6至8,其示出用于改进材料配合连接的措施,其方式为:可以提高连接的强度。

[0106] 在图6中示出削角区域92的放大局部,所述削角区域借助于激光处理预处理。激光束的参数在此已选择成,使得削角区域92的纤维通过基质材料的剥离无破坏地露出。借助所述措施可以实现可复现的耐久的表面结构94。此外,削角区域92的局部处理是可行的,使

得所述过程可以简单地集成到迄今的流程中。此外,可以避免耗费的浸泡法。申请人试验已经证实,借助所述表面结构化可以提高材料配合连接的强度。

[0107] 在图7中示出用于等离子覆层的等离子源100。等离子源本身是已知的。等离子源100连接于能量供应装置102,所述能量供应装置将电能输送给阴极104和阳极106并且在其之间形成电弧108。柱形地构成的电弧腔110具有多个级联板112,所述级联板分别包含等离子腔114。等离子气体116经由大量等离子气体接口118输送。此外,在电弧腔110中引入惰性气体120。通过适当的出流口几何形状,出现用于削角区域的等离子覆层的基本上矩形的均匀的等离子喷气122。

[0108] 在图8中在上部和下部示出微结构化的功能层的不同的放大图,所述功能层是等离子覆层的结果。通过微结构化的分形几何形状,削角区域具有比未经处理的削角区域更有效的表面。申请人的试验也在此得出,借此可以提高连接的强度。

[0109] 借助在此描述的构思,激光焊接法的应用领域可以扩展到由纤维增强塑料材料构成的复杂系统或工件上,而不需要透明区域或者不必用热量遍布构件的过高份额。整体上,借此可以更简单地且更鲁棒地建立纤维复合构件之间的连接。

[0110] 附图标记列表:

- [0111] 10 制造机床
- [0112] 12 工具运输装置
- [0113] 14 加工头
- [0114] 16 工具运输单元
- [0115] 18 缸
- [0116] 20 引导装置
- [0117] 22 引导辊
- [0118] 26 工件
- [0119] 28 连接体
- [0120] 30 加工头引导装置
- [0121] 32 支撑框架
- [0122] 34 缸耦联装置
- [0123] 36 压紧装置
- [0124] 38 压紧辊
- [0125] 40 激光装置
- [0126] 42 激光束
- [0127] 44 扫描模块
- [0128] 45 扫描镜
- [0129] 46 填充材料输送装置
- [0130] 48 填充材料
- [0131] 50 配合压紧装置
- [0132] 52 配合压紧辊
- [0133] 54 斜撑
- [0134] 56 端部区域

- [0135] 58 斜撑引导辊
- [0136] 60 接缝区域
- [0137] 62 第一工件
- [0138] 64 第二工件
- [0139] 66 工件层
- [0140] 68 削角区域
- [0141] 70 工件层
- [0142] 72 工件层宽侧
- [0143] 74 工件层窄侧
- [0144] 76 最下方的工件层
- [0145] 78 制造间隙
- [0146] 80 工件中间层
- [0147] 82 最上方的工件层
- [0148] 84 金属板
- [0149] 86 第一连接体
- [0150] 88 连接带
- [0151] 90 另外的连接体
- [0152] 92 削角区域
- [0153] 94 表面结构
- [0154] 100 等离子源
- [0155] 102 能量供应装置
- [0156] 104 阴极
- [0157] 106 阳极
- [0158] 108 电弧
- [0159] 110 电弧腔
- [0160] 112 级联板
- [0161] 114 等离子腔
- [0162] 116 等离子气体
- [0163] 118 等离子气体接口
- [0164] 120 惰性气体
- [0165] 122 等离子喷气

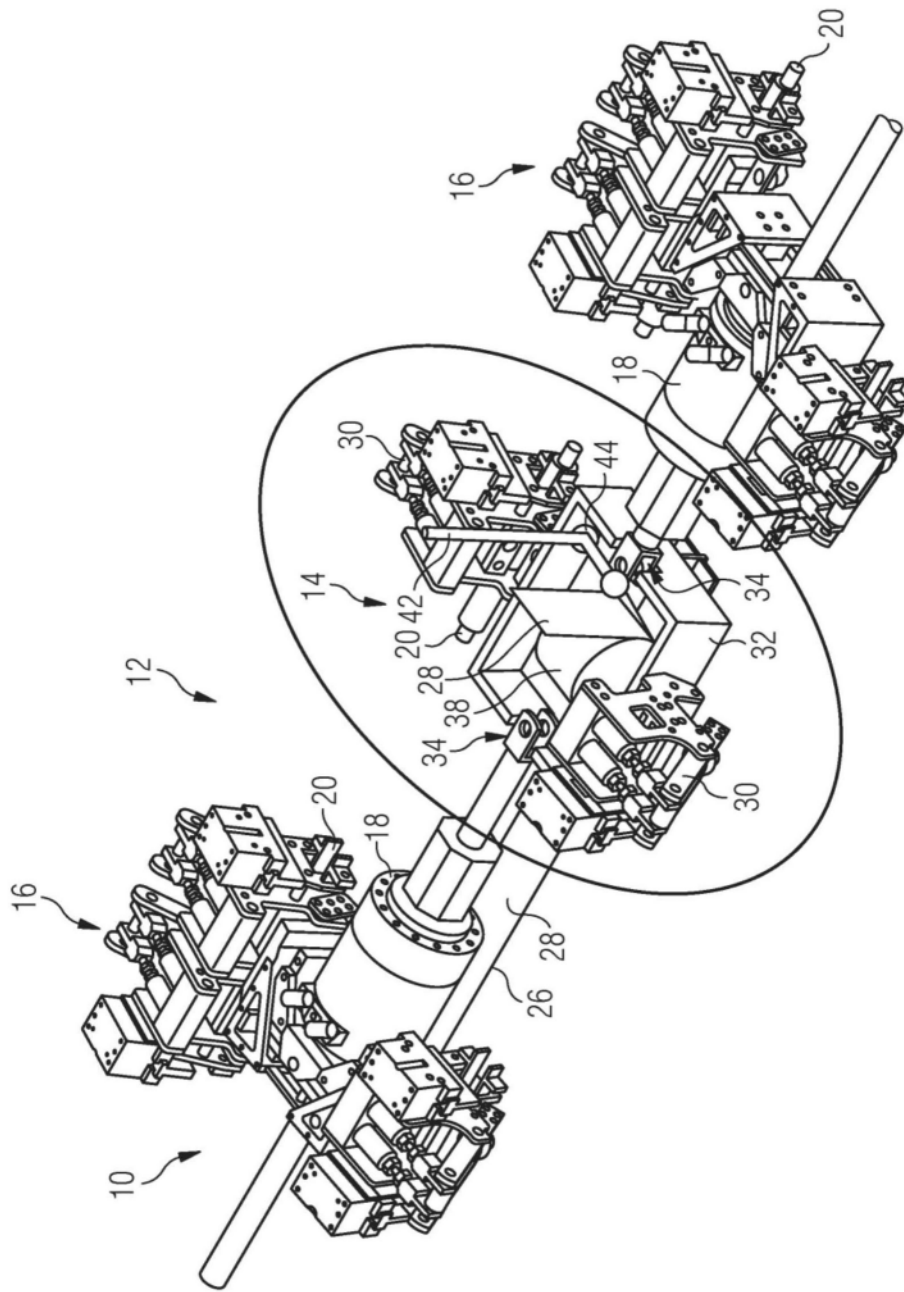


图1

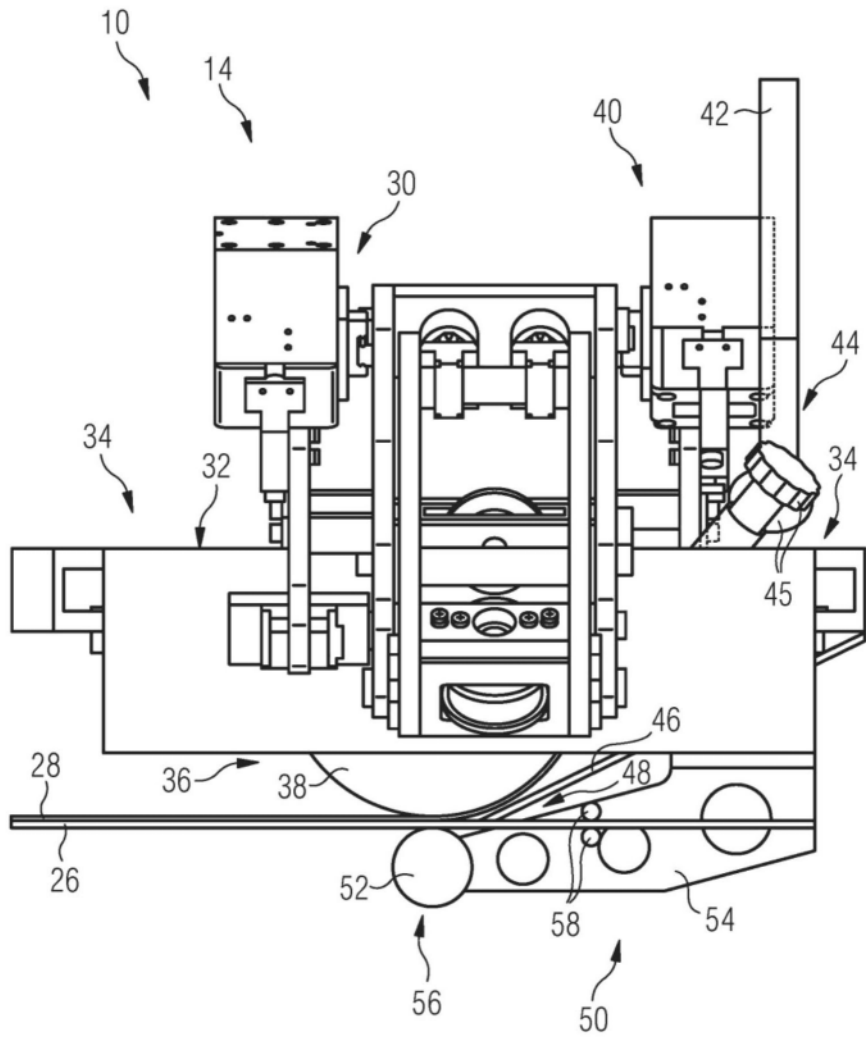


图2

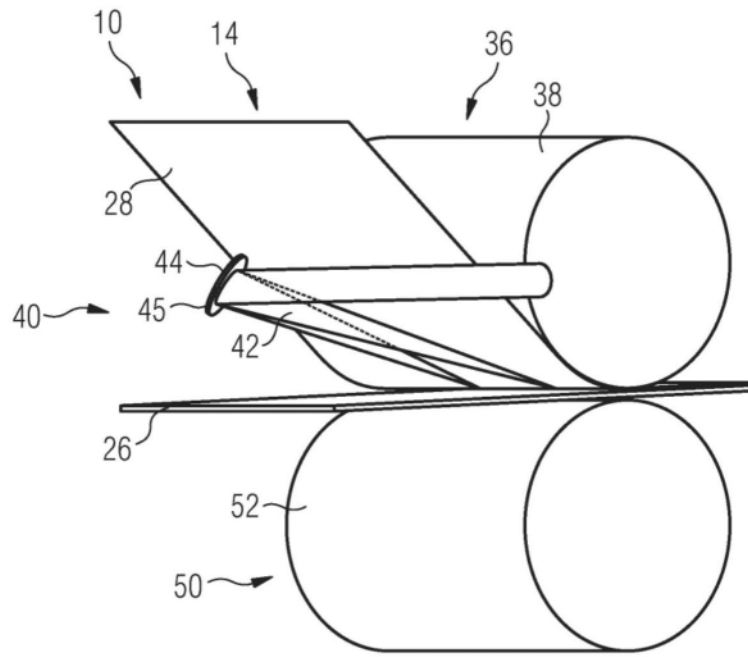


图3

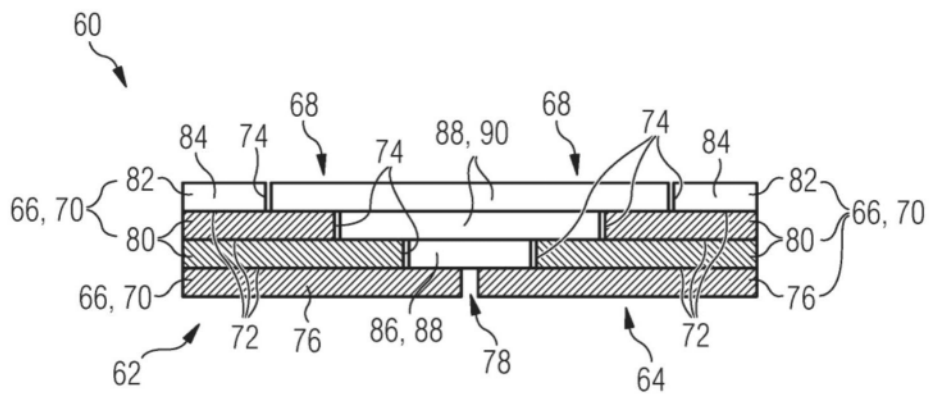


图4

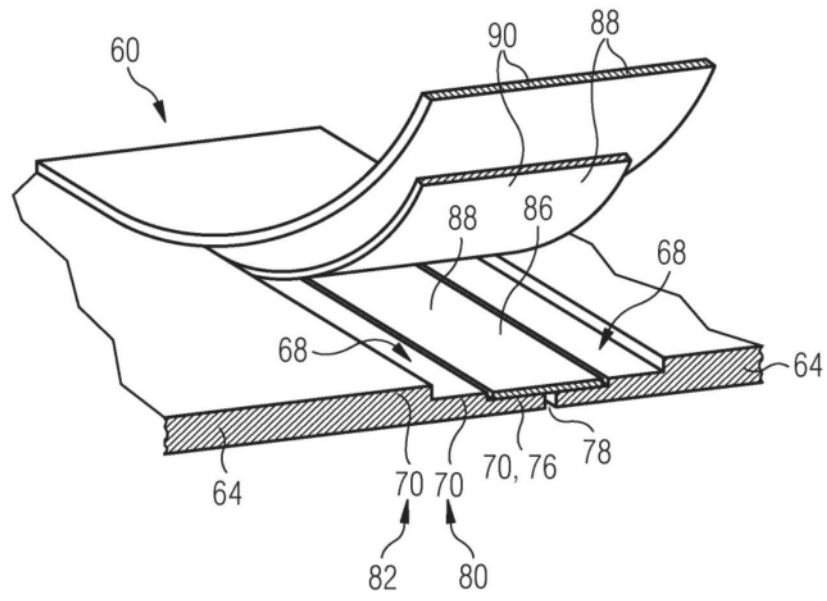


图5

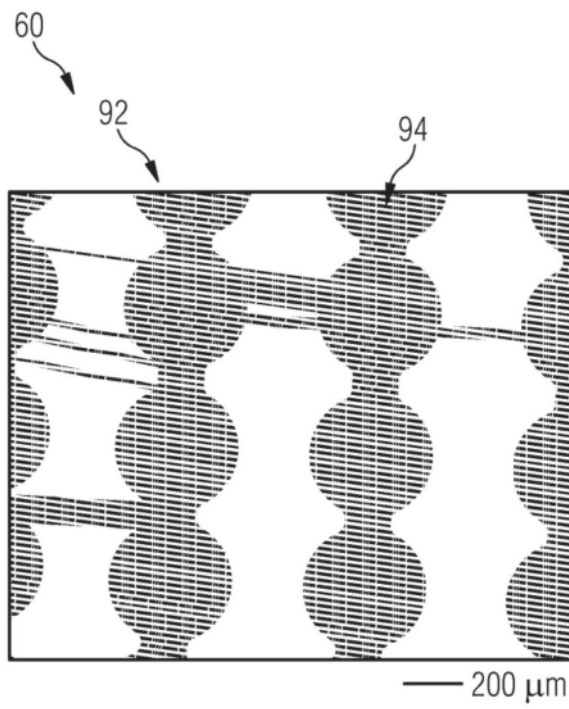


图6

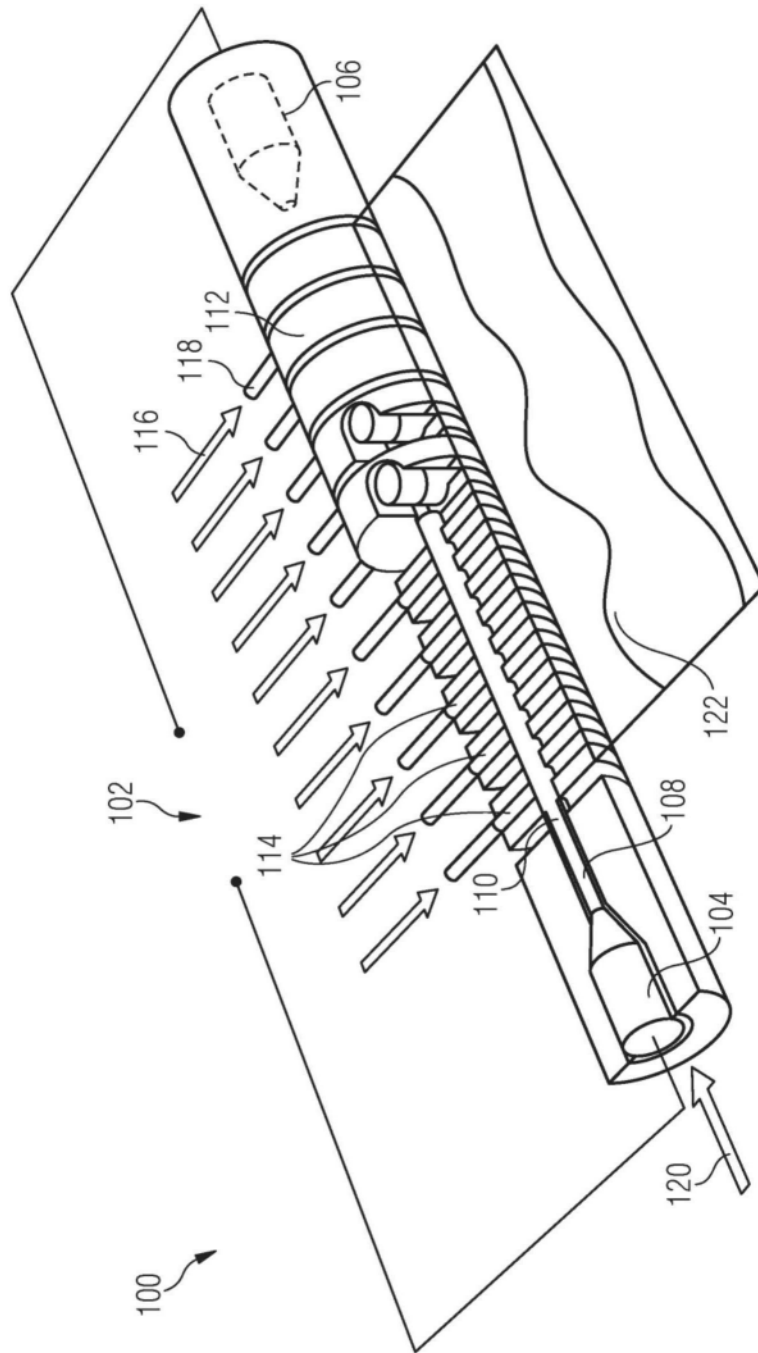


图7

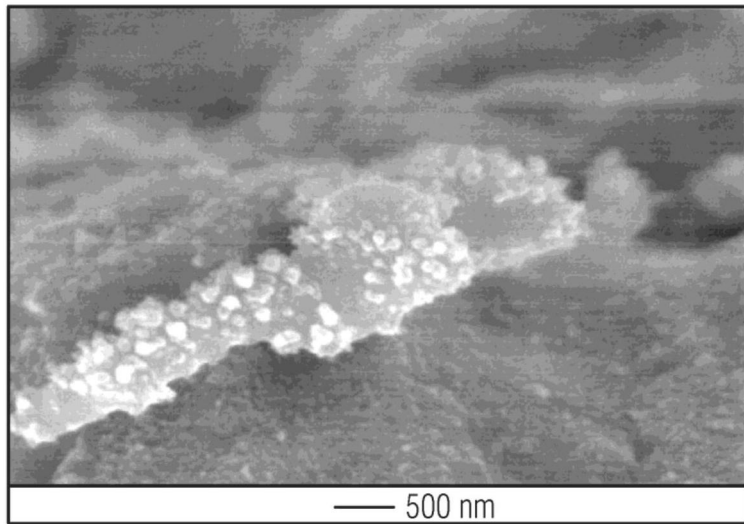
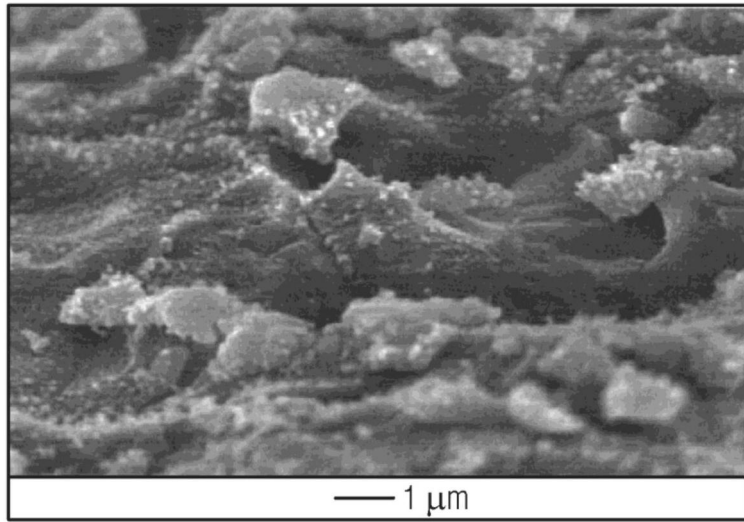


图8