



# (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111526980 B

(45) 授权公告日 2023. 01. 31

(21) 申请号 201880080626.4

(22) 申请日 2018.11.29

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 111526980 A

(43) 申请公布日 2020.08.11

(30) 优先权数据  
1720715.0 2017.12.12 GB

(85) PCT国际申请进入国家阶段日  
2020.06.12

(86) PCT国际申请的申请数据  
PCT/EP2018/083022 2018.11.29

(87) PCT国际申请的公布数据  
W02019/115246 EN 2019.06.20

(73) 专利权人 劳斯莱斯股份有限公司  
地址 英国伦敦

(72) 发明人 詹姆斯·廷格尔  
拉尔夫·D·科普

(74) 专利代理机构 上海弼兴律师事务所 31283  
专利代理师 薛琦

(51) Int.Cl.  
B29C 70/38 (2006.01)

(56) 对比文件  
CN 102216056 A, 2011.10.12  
CN 105358312 A, 2016.02.24  
US 2009301648 A1, 2009.12.10

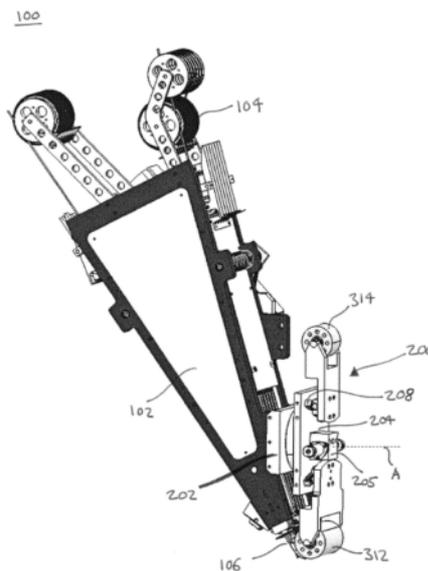
审查员 管婧超

权利要求书3页 说明书8页 附图5页

(54) 发明名称  
辊交换装置

(57) 摘要

公开了一种辊交换装置(200),其包括:用于安装在复合材料铺放头(100)上的支撑件(202);多个辊安装座(208),用于安装相应的辊(312、314)。每个辊安装座(208)相对于支撑件(202)选择性地可移动至相应的接合位置。当将支撑件安装在头上时,每个辊安装座的接合位置对应于保持在相对于头的压紧位置处的相应的辊。



1. 一种辊交换装置,包括:  
支撑件,用于安装在复合材料铺放头上;  
多个辊安装座,用于安装相应的辊,其中每个辊安装座相对于所述支撑件选择性地可移动到相应的接合位置;  
其中,当将所述支撑件安装在所述头上时,每个辊安装座的接合位置对应于保持在相对于所述头的压紧位置处的相应的辊;  
其中,两个辊安装座各自设置在旋转构件上,所述旋转构件相对于所述支撑件绕旋转中心可旋转,以将每个对应的辊安装座移动到其接合位置,其中所述两个辊安装座位于旋转中心任一侧上的正相反的位置,并且被约束为一起旋转。
2. 根据权利要求1所述的辊交换装置,其中,所述旋转构件或每个旋转构件为相对于所述支撑件可旋转的臂,以将相应的辊安装座移动至所述接合位置。
3. 根据前述权利要求中任一项所述的辊交换装置,其中,两个所述辊安装座设置在同一旋转构件上。
4. 根据权利要求1所述的辊交换装置,其中,所述辊安装座被约束为相对于所述支撑件共同移动。
5. 根据前述权利要求中任一项所述的辊交换装置,所述辊交换装置进一步包括多个辊支架,每个所述辊支架配置为支撑相应的辊并且限定用于使相应的辊旋转的辊轴线;  
其中,每个所述辊支架安装在相应的辊安装座上。
6. 根据权利要求5所述的辊交换装置,所述辊交换装置配置为支撑多个辊绕共同辊轴线旋转;  
其中,每个辊安装座和相应的辊支架共同地配置,以使在所述辊安装座处于相应的接合位置的情况下,在所述辊支架的至少一种配置中,相应的辊轴线与所述共同辊轴线对齐。
7. 根据权利要求5所述的辊交换装置,其中,至少一个辊支架配置为使得相应的辊轴线相对于相应的辊安装座平移和/或旋转地可移动,以使在使用中,当所述辊安装座位于相应的接合位置时,由相应的辊支架支撑的辊相对于所述头具有相应的压紧位置范围。
8. 根据权利要求7所述的辊交换装置,其中,至少一个辊支架配置为与相应的辊安装座配合,使得辊支架相对于辊安装座沿弧形路径移动。
9. 一种辊交换组件,包括:  
根据前述权利要求中任一项所述的辊交换装置;以及  
多个辊,每个所述辊安装到相应的一个所述辊安装座上。
10. 根据权利要求9所述的辊交换组件,其中至少两个所述辊具有选自以下的辊属性的不同值:  
半径;  
轴向尺寸;  
材料;以及  
杨氏模量。
11. 根据权利要求9或10所述的辊交换组件,其中,所述辊交换装置是根据权利要求7或8所述的,并且其中当相应的辊安装座处于接合位置时,至少两个辊具有不同的辊包络线,所述辊包络线对应于辊相对于支撑件的相应的平移和/或旋转范围。

12. 根据权利要求9或10所述的辊交换组件,所述辊交换组件配置为支撑多个辊以在相对于所述支撑件的共同接合点处接合工件,其中每个辊安装座、相应的辊和如果存在的相应的辊支架协作地配置为,使得在所述辊安装座处于相应的接合位置的情况下,支撑相应的辊以在共同接合点处接合工件。

13. 一种复合材料铺放设备,包括:

铺放头,用于将复合材料导向工件;

根据权利要求1-12中任一项所述的安装在所述铺放头上的辊交换装置或组件。

14. 一种辊交换装置,包括:

支撑件,用于安装在复合材料铺放头上;

多个辊安装座,用于安装相应的辊,其中每个辊安装座相对于所述支撑件选择性地可移动到相应的接合位置;

其中,当将支撑件安装在头上时,每个辊安装座的接合位置对应于保持在相对于头的压紧位置处的相应的辊;

其中,每个辊安装座相对于多个辊安装座中的至少一个其他辊安装座可移动;

每个辊安装座相对于所述支撑件沿线性路径能够移动到所述相应的接合位置;

每个辊安装座沿着相应的线性路径可移动,并且其中所述线性路径围绕焦点成角度地分布,以使每个辊安装座的所述接合位置对应于保持在共同压紧位置处的相应的辊。

15. 根据权利要求14所述的辊交换装置,其中,所述线性路径围绕焦轴线成角度地分布,并且其中每个辊安装座配置为支撑辊绕平行于所述焦轴线的辊轴线可旋转。

16. 根据权利要求14所述的辊交换装置,所述辊交换装置进一步包括多个辊支架,每个所述辊支架配置为支撑相应的辊并且限定用于使相应的辊旋转的辊轴线;

其中每个所述辊支架安装在相应的辊安装座上。

17. 根据权利要求16所述的辊交换装置,所述辊交换装置配置为支撑多个辊绕共同辊轴线旋转;

其中每个辊安装座和相应的辊支架共同地配置,以使在所述辊安装座处于相应的接合位置的情况下,在所述辊支架的至少一种配置中,相应的辊轴与所述共同辊轴线对齐。

18. 根据权利要求16或17所述的辊交换装置,其中,至少一个辊支架配置为使得相应的辊轴线相对于相应的辊安装座平移和/或旋转地可移动,以使在使用中,当所述辊安装座位于相应的接合位置时,由相应的辊支架支撑的辊相对于所述头具有相应的压紧位置范围。

19. 一种辊交换组件,包括:

根据权利要求14-18中任一项所述的辊交换装置;以及

多个辊,每个所述辊安装到相应的一个所述辊安装座上。

20. 根据权利要求19所述的辊交换组件,其中至少两个所述辊具有选自以下的辊属性的不同值:

半径;

轴向尺寸;

材料;以及

杨氏模量。

21. 根据权利要求19或20所述的辊交换组件,其中,所述辊交换装置是根据权利要求18

所述的,并且其中当相应的辊安装座处于接合位置时,至少两个辊具有不同的辊包络线,所述辊包络线对应于辊相对于支撑件的相应的平移和/或旋转范围。

22. 根据权利要求19或20所述的辊交换组件,所述辊交换组件配置为支撑多个辊以在相对于所述支撑件的共同接合点处接合工件,其中每个辊安装座、相应的辊和如果存在的相应的辊支架协作地配置为,使得在所述辊安装座处于相应的接合位置的情况下,支撑相应的辊以在共同接合点处接合工件。

23. 一种复合材料铺放设备,包括:

铺放头,用于将复合材料导向工件;

根据权利要求15-22中任一项所述的安装在所述铺放头上的辊交换装置或组件。

## 辊交换装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及用于复合材料铺放头的辊交换装置。

### 背景技术

[0002] 复合材料越来越多地用作需要材料特性特定组合的部件。特别地，诸如碳纤维增强聚合物 (CFRP) 的复合材料由于其高刚度和低重量而通常用作航空航天和其他工业中的部件。

[0003] 在用于制造复合部件的铺放过程中，铺放头沿着头路径将纤维增强材料（例如，丝束或带）铺设在工具上，为部件构建预成型的连续层。将基质材料预先施加到纤维增强材料上（预先浸渍或“预浸”），或者随后在固化之前施加到纤维增强材料上。一定长度的纤维增强材料通过铺放头送入，并通过施加辊压紧在工具上。

### 发明内容

[0004] 根据本发明的一个方面，提供了一种辊交换装置，该辊交换装置包括：支撑件，用于安装在复合材料铺放头上；多个辊安装座，用于安装相应的辊，其中每个辊安装座相对于支撑件选择性地可移动到相应的接合位置；其中，当将支撑件安装在头上时，每个辊安装座的接合位置对应于保持在相对于头的压紧位置处的相应的辊。

[0005] 相对于头的压紧位置可以是辊的位置，以将复合材料从头压紧到工件上。

[0006] 每个辊安装座可设置在旋转构件上，该旋转构件相对于支撑件可旋转以将相应的辊安装座移动至其接合位置。该旋转构件或每个旋转构件可以是相对于支撑构件可旋转的臂，以将相应的辊安装座移动至该接合位置。

[0007] 每个辊安装座可相对于支撑件独立地移动至接合位置。可提供控制器来控制辊安装座的运动。该控制器可配置为使得在任何时间仅一个辊安装座处于其相应的接合位置。

[0008] 两个辊安装座可各自设置在相对于支撑件、绕旋转中心可旋转的旋转构件上。两个辊安装座可位于旋转中心任一侧上的正相反的位置，并且可以约束为一起旋转。两个辊安装座可设置在同一旋转构件上。

[0009] 辊安装座可约束为相对于支撑件一起移动。因此，一个辊安装座移动至其相应的接合位置可导致另一个辊安装座远离其相应的接合位置。

[0010] 每个辊安装座的接合位置在辊安装座中可以是相同的。接合位置因此可被称为共同接合位置。

[0011] 每个辊安装座可相对于多个辊安装座中的至少一个其他辊安装座可移动。每个辊安装座可以独立地移动（即，彼此独立的辊安装座）。

[0012] 每个辊安装座可相对于支撑件沿线性路径可移动到相应的接合位置。每个辊安装座可沿着相应的线性路径可移动，并且该线性路径可围绕焦点成角度地分布，使得每个辊安装座的接合位置对应于保持在共同压紧位置处的相应的辊。每个辊安装座可相对于支撑件独立地可移动至该接合位置。

[0013] 该线性路径可围绕焦轴线成角度地分布。每个辊安装座可配置为支撑辊绕平行于焦轴线的辊轴线可旋转。

[0014] 该辊交换装置可进一步包括多个辊支架,每个辊支架配置为支撑相应的辊并且限定用于使相应的辊旋转的辊轴线。每个辊支架可安装在相应的辊安装座上。

[0015] 辊交换装置可配置为支撑多个辊以绕共同辊轴线旋转。每个辊安装座和相应的辊支架可共同地配置,使得在辊安装座处于相应的接合位置的情况下,在辊支架的至少一种配置中,相应的辊轴线与共同辊轴线对齐。

[0016] 至少一个辊支架可配置为使得相应的辊轴线相对于相应的辊安装座平移和/或旋转地可移动,因而在使用中,当辊安装座位于相应的接合位置时,由相应的辊支架支撑的辊相对于该头具有一系列相应的压紧位置。

[0017] 至少一个辊支架可具有弹性装置,该弹性装置被配置为使得辊支架响应由相应辊产生的压紧力而可弹性地线性压缩。该线性压缩可以是诸如弹簧的弹性装置的压缩。术语弹性地线性压缩并不旨在包括制造辊支架的统装材料(bulk material)的热致应变、压缩或弹性压缩。换一种说法,弹性装置可配置为使得辊支架沿着弹性地线性压缩轴线的范围可压缩的比率(即,每单位力的压缩距离)大于对应于统装材料的每单位力的弹性地压缩应变的比率。

[0018] 至少一个辊支架可配置为与相应的辊安装座配合,使得辊支架相对于辊安装座沿弧形(arcuate)路径移动。例如,辊支架和辊安装座可通过弧形轨道或凹槽与相应配件的配合布置而联接。弧形路径可绕与辊轴线正交的倾斜轴线和压紧轴线(沿其通过辊施加压紧力)延伸。因此,辊支架相对于安装座的移动可引起辊轴线相对于铺放头的倾斜角的改变。铺放头可沿第一纵轴线可移动,并且辊交换装置可配置为使得压紧轴线垂直于纵轴线或相对于纵轴线的法线倾斜。当压紧轴线相对于纵轴线的法线倾斜时,辊轴线的倾斜使辊轴线的一端沿纵轴线向前移动,而相对端沿纵轴线向后移动。因此,当在纵轴线的参考系中观察时(即,对应于施加表面或工件的切平面),倾斜运动将同时具有偏航(yawing)(扭转)和翻滚(rolling)(绕纵轴线的角运动)分量。

[0019] 根据第二方面,提供一种辊交换组件,该辊交换组件包括根据第一方面的辊交换装置;以及多个辊,每个辊安装到相应的一个辊安装座上。

[0020] 至少两个辊可具有选自以下的辊属性的不同值:半径;轴向尺寸;材料;以及杨氏模量。

[0021] 至少一个辊支架可配置为使得相应的辊轴线相对于相应的辊安装座平移和/或旋转地可移动,因此,在使用中,当辊安装座位于相应的接合位置时,由相应的辊支架支撑的辊相对于头具有一系列相应的压紧位置。当相应的辊安装座处于接合位置时,至少两个辊可具有不同的辊包络线,其对应于辊相应的相对于支撑件的平移和/或旋转范围。至少两个辊中的一个辊可具有限于压紧位置的包络线。

[0022] 辊交换组件可配置为支撑多个辊以在相对于支撑件的公共接合点处接合工件。每个辊安装座、相应的辊和相应的辊支架(如果存在的话)可协作地配置为,使得在辊安装座处于相应的接合位置的情况下,支撑相应的辊以在共同的接合点处接合工件。

[0023] 该接合点可涉及辊的表面抵靠工件的位置,而不是辊轴线的位置。

[0024] 根据第三方面,提供了一种复合材料铺放设备,包括铺放头,用于将复合材料导向

工件;根据第一方面或第二方面的安装在铺放头上的辊交换装置或组件。

[0025] 本发明可包括这里描述的特征的相互排斥的组合之外的任何组合。

### 附图说明

[0026] 现在将参考附图通过示例的方式描述本发明,其中:

[0027] 图1示意性地示出了铺放头的侧视图和正视图;

[0028] 图2示意性地示出了铺放过程的头路径;

[0029] 图3示意性地示出了包括示例性辊交换装置的铺放头;

[0030] 图4示意性地示出了图3的辊交换装置;

[0031] 图5示意性地示出了具有相应的辊支架和辊的两个辊安装座;以及

[0032] 图6示意性地示出了另一示例性辊交换装置。

### 具体实施方式

[0033] 在图1的侧视图和前视图中示出了示例性铺放头10。铺放头10配置为导向和切割一定长度的纤维增强材料12,以施加到工具14上。头10通常朝向尖端区域逐渐变细,当头10沿着头路径18相对于工具14移动时,施加辊16保持在靠近该尖端区域的压紧位置处,以将纤维增强材料从尖端区域压紧到工具14上。该头10配置为沿着压紧轴线C通过施加辊16施加压紧力。

[0034] 在此示例中,施加辊16安装为绕辊轴线R旋转,用于该辊16的安装布置设置为:辊轴线可绕倾斜轴线T倾斜(R')以与工具14的下层表面(underlying surface)或工具14上的部分铺设预成型相符。在该示例中,倾斜轴线T正交于该压紧轴线和辊轴线。

[0035] 铺放头10配置为相对于工具14沿着包括多个路线20、22的头路径18移动,以施加纤维增强材料12。如图2所示,示例性头路径18可包括并排布置的单向路线20的阵列,从而使铺放头10从工具14或部件的第一端向第二端移动(traverse)以铺设纤维增强材料,在完成每个路线之后返回到工具的第一端。该头路径18还可包括双向路线22,根据该双向路线,头通过该路线在该路线的中途转向。

[0036] 图3示出了示例性铺放头100,其包括包围丝束导向和切割设备的头本体102。在该示例中,铺放头100将安装在多轴线机械手上,以使头本体102相对于工具(例如六自由度机械手)(未示出)运动。在其他示例中,铺放头100可以是静止的,并且工具可被配置为相对于该头移动,或者该头和该工具都可配置为具有不同自由度以相对运动。

[0037] 铺放头100配置为引导从铺放头的后端处接收的纤维增强材料至尖端区域106,在尖端区域106中,纤维增强物被引导朝向工具以进行压紧,并且可被切割。在该示例中,铺放头100配置为导向和切割多个纤维增强材料的并排丝束,例如8个丝束。在其他示例中,铺放头可用于引导成捆的纤维或带束。

[0038] 如图3所示,第一施加辊312设置在靠近铺放头100的尖端区域106的压紧位置处,以将从尖端区域106接收的纤维增强材料压紧在工具上。

[0039] 该辊312由辊交换装置200支撑,该辊交换装置200安装在铺放头100上,用于在第一辊312和第二辊314之间切换,以保持邻近尖端区域106的压紧位置。

[0040] 在该示例中,该辊交换装置200包括安装在铺放头100上的支撑件202和联接至该

支撑件202的可旋转构件204,该可旋转构件204相对于该支撑件绕着摆动轴线A相对旋转(例如通过回转环轴线承)。旋转致动器205联接到该支撑件202和可旋转构件204,以选择性地旋转该可旋转构件204。在该特定示例中,该旋转致动器205是联接至控制器的气缸致动器,但是在其他示例中,可以使用任何合适的致动器。

[0041] 该第一和第二辊312、314在相对于摆动轴线A的相对径向位置处安装至可旋转构件204,使得该辊312、314能通过可旋转构件204相对于支撑件的旋转而切换。当先前接合的辊312、314中的一个已经从工具上抬起时,这种切换可以在例如铺放过程的路线之间发生。

[0042] 在图4中更详细地示出了示例性辊交换设备200。在该示例中,可旋转构件204限定在与摆动轴线正交的相反方向上延伸的两个臂206,从而可旋转构件在垂直于摆动轴线A的平面中基本上是平面的。

[0043] 在每个臂206上设置有辊安装座208,用于将辊安装到交换装置200。在该示例中,每个辊支架208呈弧形轨道的形式从可旋转构件的平面突出,并且配置为接收相应的辊支架302、304的相应配件308(在图4中以虚线示出)。弧形轨道208和辊支架302、304的相应配件308配置为使每个辊支架302、304能够沿着弧形路径相对于相应的辊支架208移动,以使由支架302、304支撑的相应辊312、314的辊轴线R倾斜。

[0044] 图3和图4示出了辊交换装置200的第一配置,其中第一辊312相对于铺放头的尖端区域106处于压紧位置,而第二辊314处于与第一辊312直径完全相对的分离位置。

[0045] 在第一配置中,对应于第一辊312的第一辊安装座208设置在安装座208相对于支撑件202的接合位置,在此示例中,该位置是辊安装座208围绕摆动轴线A的最低位置(或“6点钟”位置)。第一辊安装座208相对于摆动轴线A以固定的径向距离设置在可旋转构件204上。

[0046] 第一辊支架302安装在第一辊安装座208上,并且径向向外延伸以在第一辊312的远端限定用于第一辊312的辊轴线R。在第一辊安装座208处于接合位置的第一配置中,第一辊支架302将第一辊312相对于铺放头100的尖端区域保持在压紧位置。在该示例中,如上所述,第一辊支架302相对于辊支架208沿弧形路径可移动,因此辊312具有与辊支架302的运动范围相对应的压紧位置的对应辊包络线。在该特定示例中,第一辊安装座208配置为使得弧形路径提供辊围绕倾斜轴线T的运动的旋转范围,该倾斜轴线T在辊312的宽度的中点处与由第一辊支架302限定的辊轴线R正交并相交。因此,在辊312倾斜期间,辊312的中点相对于第一辊安装座208保持静止,因此,辊包络线包括与辊312围绕倾斜轴线T的倾斜运动相对应的一系列压紧位置。

[0047] 第一和第二辊安装座208静态地安装在可旋转构件204上,使得它们约束为一起旋转。因此,在该示例中,第二辊安装座208始终相对于摆动轴线A与第一辊安装座208在直径上完全相对,与可旋转构件204的旋转无关。

[0048] 可旋转构件204从第一配置旋转 $180^\circ$ 导致第一辊支架302从其接合位置移至分离位置,并且使第二辊安装座208从其分离位置移至其接合位置。

[0049] 在该示例中,第一和第二辊安装座208均具有相同的弧形导轨配置,并且与摆动轴线A间隔相同的径向距离,并且它们之间相对于摆动轴线A的角度间隔为 $180^\circ$ 。因此,第一和第二辊安装座208的接合位置以及相应的分离位置在它们之间是共同的。

[0050] 在该示例中,第一和第二辊支架302、304以及它们相应的辊312、314在沿辊轴线的

辊312、314的宽度方面彼此不同。如图4所示,第一辊312和相应的支架302比第二辊314和相应的支架304相对更宽。因此,在该示例中,辊交换装置200使得能够在不同宽度的辊312、314之间进行切换。

[0051] 现在将描述示例性的铺放指令,包括在铺放过程中在压紧位置处使用的辊312、314之间的切换。

[0052] 由控制器在铺设过程中用来控制铺设设备的铺放指令可以手动定义,也可以在计算机程序的帮助下定义。铺放指令可控制铺放头和工具的相对运动,以及在通过铺放头引导时和利用施加辊施加于工具时的纤维增强材料的施加。

[0053] 铺放指令可包括用于铺放头和工具的相对运动的头路径的限定。在该示例中,铺放指令包括头路径的限定和与要铺放的纤维增强材料的宽度相对应的可变宽度参数。在该特定示例中,宽度参数是沿着头路径的相应路线铺设的并排丝束的数量,但是在其他示例中,宽度参数可以是特定宽度的辊的ID、宽度尺寸、或其他合适的参数以启动辊之间的切换。

[0054] 在该示例中,铺放过程用于燃气涡轮发动机的风扇叶片,该风扇叶片沿其跨度具有高度变化的轮廓,并具有朝向根部的相对较高曲率的区域和朝向叶尖的相对较低曲率的区域。

[0055] 铺放指令是基于对为铺放过程定义的连续头路径的分析来迭代定义的,以符合该风扇叶片的几何形状。特别地,沿着头路径分析施加表面(即工具或风扇叶片的部分铺设的预成型的暴露表面)的曲率,以确定使用具有相对较窄范围的第二辊314的具有相对较宽范围的第一辊312。

[0056] 施加表面上具有高曲率的区域可抑制施加在施加表面上的纤维增强材料的压紧。施加辊通常在压紧力下可变形以适应有限量的曲率,无论是凹形还是凸形。特别地,当施加表面为凸形时,压紧力可作用为下压施加辊的中心区域,使得外部区域可抵接并压紧纤维增强材料。类似地,当施加表面为凹形时,压紧力可作用为下压施加辊的外部区域,使得中心区域可抵接并压紧纤维增强材料。

[0057] 当施加表面高度凸形弯曲时,非压紧将朝辊的外端发生,可定义或调整铺放指令,以便仅使用施加辊的中心区域在相应的路线上施加纤维增强材料。例如,丝束的数量可减少到使用施加辊的中心区域要施加的丝束的数量。

[0058] 然而,当施加表面高度凹形弯曲时,非压紧将朝辊的中心区域发生,以相应的方式限制纤维增强材料的宽度或限制丝束的数量将是无效的,因为辊的外部区域仍会影响施加表面,以阻止中心区域压紧。

[0059] 在该示例中,当在铺放指令的定义期间识别或预测到这种非压紧时,铺放指令被定义或调整,使得相对较窄的铺放辊用于相应的路线。举例来说,可定义铺放指令,以使图3和图4中相对较窄的第二辊314用于相应的路线,而不是相对较宽的第一辊312。

[0060] 对于没有识别到非压紧问题的路线,定义铺放指令以使用相对较宽的施加辊。可以理解,在执行分析并识别出非压紧时,由于路线的宽度可以在连续的限定之间变化,因此可以迭代地定义铺放指令。

[0061] 通过根据以上示例定义在不同宽度的施加辊之间切换的铺放指令,可以更有效地进行复杂曲率部件的铺放过程,同时防止由于非压紧而形成缺陷。特别地,在曲率允许的情

况下,可以使用相对较宽的施加辊以在路线的整个长度上有效地铺放材料。在较高曲率的区域中,可以使用相对较窄的施加辊。可以使用优化过程为特定的铺放过程选择施加辊宽度。

[0062] 在以上示例中,铺放指令由与铺放设备分开的计算机程序定义,并且铺放设备可用的辊的属性对计算机程序可用,从而可以适当地定义铺放指令。在其他示例中,铺放设备可包括计算机程序(即,存储在非暂时性机器可读介质上的指令),以修改由铺放设备接收的铺放指令,从而使铺放设备根据预定的参数在辊之间切换。例如,该计算机过程可分析施加表面的曲率以确定适合每个路线使用的宽度的辊,并且可相应地重新定义路线和头路径本身。

[0063] 在其他示例中,用于铺放过程的铺放指令可以是通用的,而不是特定于任何特定的铺放设备的。铺放设备的控制器可解释铺放指令,并控制辊交换装置根据指令以提供的特定方式在施加辊之间进行切换,例如,在图3和图4的辊交换装置200中,通过控制旋转气缸使可旋转构件204相对于支撑件202旋转180°来进行切换。

[0064] 在上述示例性铺放指令以及图3和图4的示例性辊交换装置200中,第一和第二辊312、314仅在其宽度(轴线向尺寸)上不同。在其他示例中,其他辊特性在辊交换装置或组件(即,包括辊的辊交换装置)的辊之间可能不同。例如,包括辊半径、辊材料或杨氏模量在内的辊属性可能会在辊交换设备上的辊之间变化。

[0065] 特别地,与具有相对较小半径的辊相比,具有相对较大半径的辊能够变形更大的量以适应横穿于头路径的高局部曲率。另一方面,半径较小的辊可能更适合沿头路径的弯曲区域。

[0066] 当使用不同半径的辊时,它们对应的辊安装座可能具有偏移的结合位置,以补偿辊轴线与辊表面之间的不同距离,或者任何辊支架(如果提供)在辊安装座和辊轴线之间的长度可能不同。否则,它们可能具有不同长度的辊支架。

[0067] 与不同的第二材料的辊相比,第一材料的辊可以更容易变形。如上所述,在选定的路线上使用更容易变形的辊可以防止由于高曲率引起的不紧实。类似地,杨氏模量较低的辊更容易变形。相反,使用相对抗变形的辊可以改善用于构件的预成型件的致密性,从而减少形成缺陷的可能性。

[0068] 图5示出了另一示例性辊交换装置500的局部视图。该示例的辊交换装置500与上述关于图3和图4的辊交换装置500的相似之处在于,其包括支撑件和可旋转构件504,该可旋转构件504包括两个正相反的臂506,该臂506具有被限制为共同旋转的辊安装座508、510。图5示出了沿与摆动轴线A相交的平面切开的辊交换装置的两个相反的臂506的等分视图,使得每个臂506被分开且并排而不是彼此相反地示出。该视图使得能够比较每个辊安装座508、510的接合位置。

[0069] 如该视图所示,对于每个辊512、514,每个辊512、514的辊轴线与摆动轴线A之间的径向距离相等。然而,在该示例中,第一辊安装座508沿径向方向距摆动轴线A相对较近,第二辊安装座510沿径向方向距摆动轴线A相对较远。在该示例中,第一辊支架516沿径向相对较长,以补偿相对较近的辊安装座508,而第二辊支架518沿径向相对较短。因此,尽管第一和第二辊安装座508、510中的每个相对于径向具有不同的径向接合位置,但是当相应的辊安装座处于其对应的接合位置时,每个辊可以保持在相同的压紧位置。两个辊安装座508、

510具有相同的角接合位置。

[0070] 在该示例中,辊包络线(即,辊能够相对于辊安装座移动的压紧位置的范围)在第一辊512和第二辊514之间是不同的,因为对应的辊安装座508、510的构造不同。特别地,在该示例中,每个辊安装座508、510限定了用于辊安装座508、510与相应的辊支架516、518之间的相对运动的弧形路径。并且两个安装座均围绕与各自的辊轴线R正交并相交的焦轴线T(倾斜轴线)呈弧形。但是,第一辊安装座的焦距大于第二辊安装座的焦距。因此,在第一和第二辊512、514之间,辊的动态倾斜响应可以不同。特别地,第二辊514可具有用于倾斜运动的更大的角度范围(相对于倾斜更大的辊包络线)。

[0071] 图6示出了铺放头100,该铺放头100设有另一示例性的辊交换装置600。该辊交换装置600包括支撑体602,该支撑体602相对于头路径方向18从铺放头100向后延伸,并包括成角度间隔的线性支撑轨道603的阵列,以可滑动地支撑辊安装座608和辊612的相应成角度间隔的阵列。

[0072] 辊安装座608在铺放头100的尖端区域106的下游围绕焦轴线F成角度间隔开,并各自绕着焦轴线F相对于径向独立地线性可移动,以将安装在其上的辊612定位在焦轴线F上(即,使得辊612的辊轴线与焦轴线F基本同轴线)。

[0073] 在该示例中,支撑体602通常围绕焦轴线F成弧形,并且线性支撑轨603在支撑体602上成角度地间隔开以与辊安装座608配合。因此,支撑轨道603也呈角度间隔开并且围绕与焦轴线F相对应的焦轴线聚焦。将理解的是,用于支撑轨道603的焦轴线是平行的,但是相对于辊安装座608的焦轴线F偏移。

[0074] 每个辊安装座608具有缩回位置(如图6中的三个辊安装座所示)和接合位置(如相对于最接近铺放头100的辊安装座608所示),并相对于相应的支撑轨道603沿径向相对于焦轴线F线性可移动。例如,辊交换装置600可包括线性致动器的阵列,用于使辊安装座608在缩回位置和接合位置之间移动。

[0075] 在该示例中,每个辊安装座608限定辊轴线,用于使由辊支架608支撑的辊旋转,并且构造成将相应的辊612保持在共同的压紧位置处,使得相应的辊轴线与焦轴线F同轴线。因此,当相应的辊安装座608处于接合位置时,每个辊612具有共同的辊轴线。

[0076] 在准备使用时,可以将具有不同辊特性的辊安装在相应的辊安装座608中并由其保持。在使用中,选择辊612中的一个以压紧从铺放头的尖端区域106引导的纤维增强材料。各个辊安装座608被致动以从缩回位置移动到接合位置,使得对应的辊612保持在压紧位置,其辊轴线与焦轴线F同轴线。铺放头100沿着顶部路径18相对于工具14移动,使得一定长度的纤维增强材料从铺放头100被引导至施加辊612,并通过施加辊612压紧在工具上。

[0077] 当确定需要不同的辊612时,将辊交换。在该示例中,可将铺放头100从工具上抬起以释放由辊612产生的任何压紧力,并且先前用于压紧的辊安装座608被致动以沿着线性路径返回至其缩回位置。对应于确定要使用的不同辊612的辊安装座608之后被致动以从缩回位置移动到接合位置。

[0078] 如先前关于图3和图4的辊交换装置200所描述的,辊交换装置600可基于铺放指令进行控制,并且可以由铺放头或辊交换装置600的控制器来控制,以确定何时在辊612之间切换。

[0079] 在该示例中,每个辊安装座608配置为支撑相应的辊612,使得相应的辊轴线相对

于辊安装座608固定。然而,在其他示例中,每个辊612可以由安装在辊安装座608上的辊支架支撑,并且构造成允许辊或辊轴线相对于辊安装座608平移和/或旋转。例如,类似于以上关于图3和图4的辊交换装置200所描述的辊支架可以用在安装座架608和相应的辊612之间。

[0080] 此外,在其他示例中,辊安装座608可以是可移动的,以将对应的辊保持在不同的压紧位置,使得它们不共享共同的辊轴线。

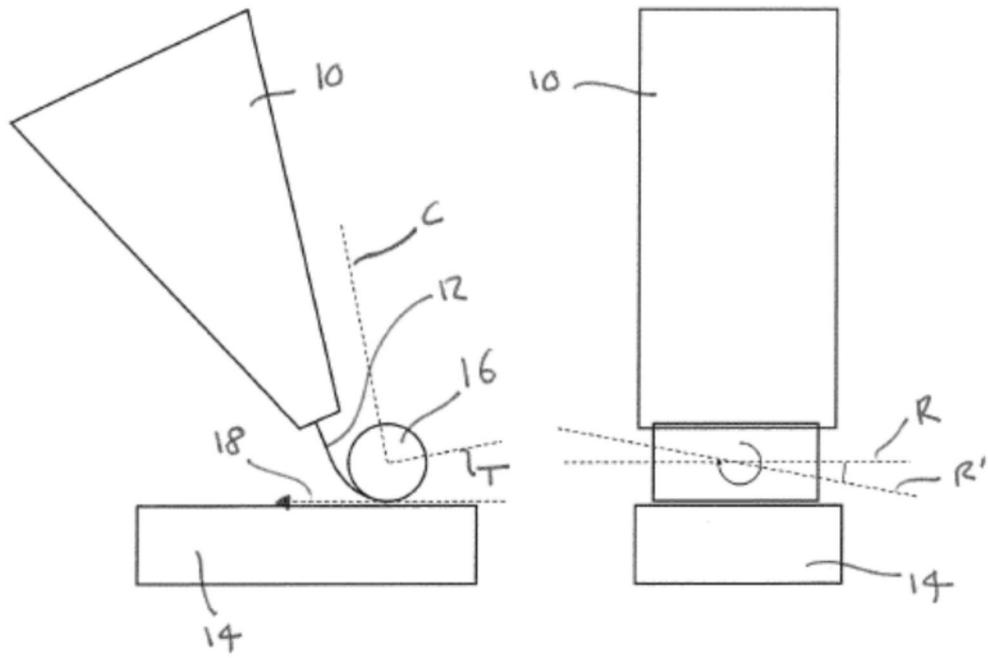


图1



图2

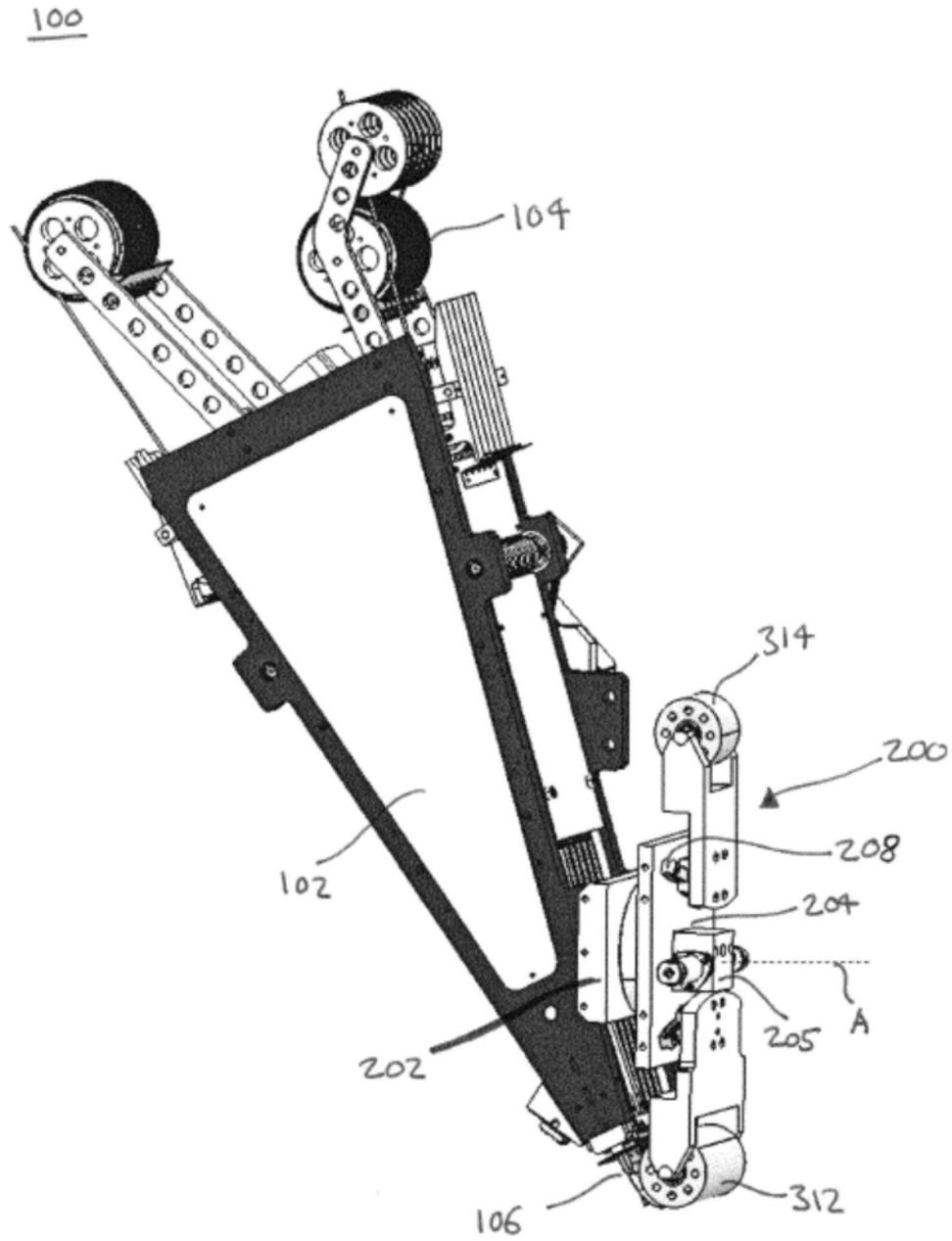


图3

200

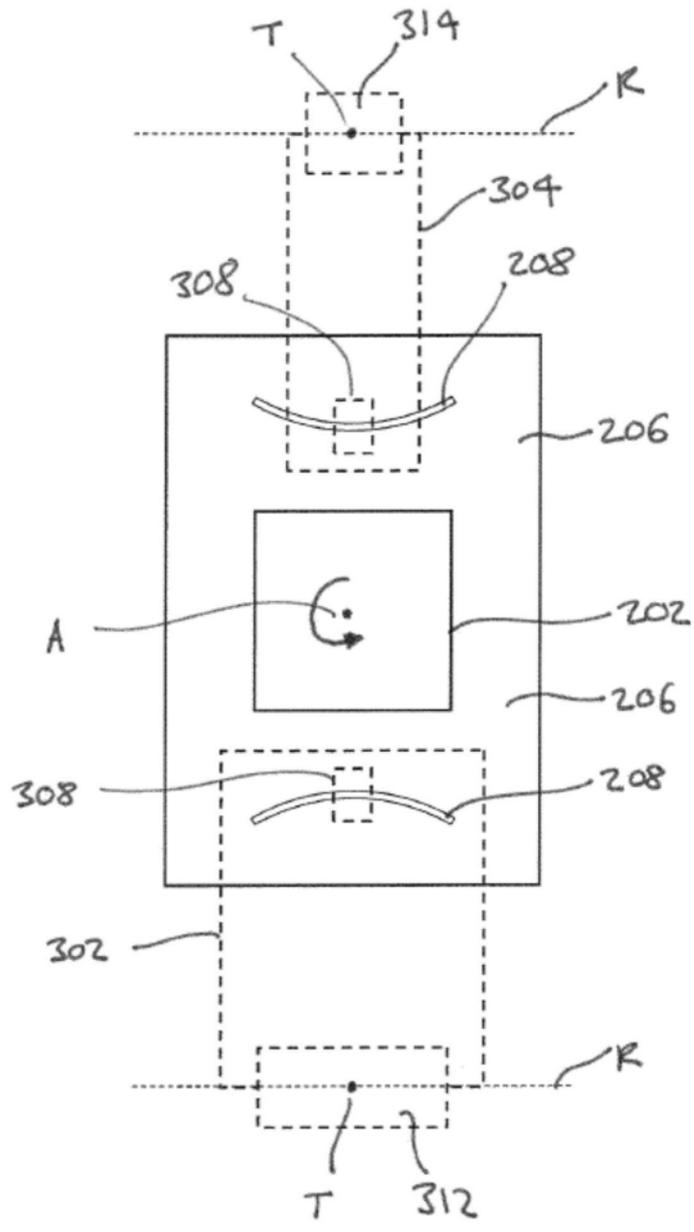


图4

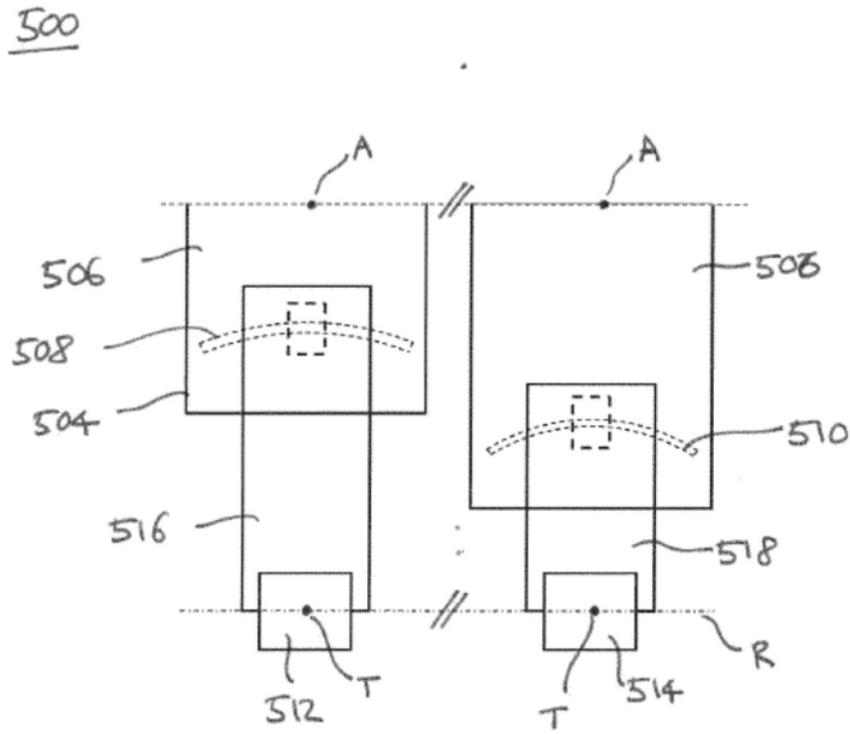


图5

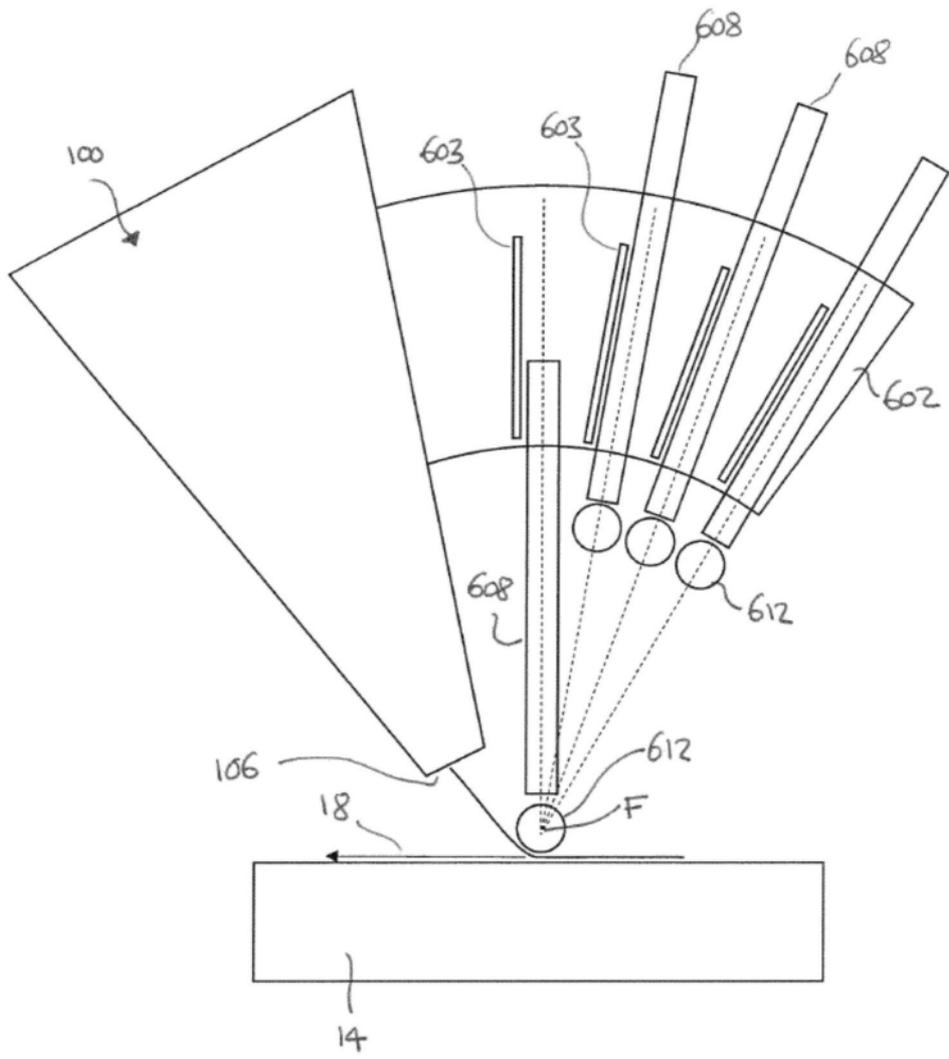


图6