



# [12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 94102474.1

[45]授权公告日 1998年12月2日

[11] 授权公告号 CN 1041015C

[22]申请日 94.3.8 [24]颁证日 98.8.22

[21]申请号 94102474.1

[73]专利权人 钟表弹簧公司

地址 美国加利福尼亚州

共同专利权人 福利·C·罗曼

[72]发明人 福利·C·罗曼 蒂普顿·戈登

施密特·尤斯廷

[74]专利代理机构 上海专利商标事务所

代理人 郑立

### [56]参考文献

US-4,700,752	1987.10.1	F16C55 / 10
US-4,767,276	1987.6.1	B29C63 / 02
US3,602,416	1970.3.10	F16L55 / 10
US4,559,974	1985.12.1	B29C63 / 02
US4,589,5626	1986.5.1	B29C63 / 02
US4,919,739	1990.4.1	F16C55 / 10

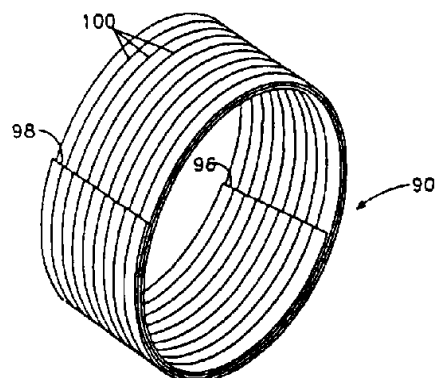
审查员 王锐

权利要求书 5 页 说明书 16 页 附图页数 7 页

[54]发明名称 高拉伸强度的复合加强带及其制造和应用和应用方法

### [57]摘要

具有多圈高拉伸强度复合材料的螺旋带由下列步骤制成：将多根连续的高拉伸强度纤维供过未固化树脂以形成一扁带；将扁带贴附于有至少一基本平的表面的隔粘带以形成一叠层带；将叠层带卷绕在一心轴上以形成叠压的许多圈；使复合材料带内的树脂固化以使各圈定形成一螺旋形状；然后将隔粘带从复合带上剥下。本方法的螺旋带圈有基本上的平表面和弹性记忆。这种带可用来包绕加强具有径向向外的内力的轴向延伸结构，并在包绕时用粘剂层使带的各圈保持在位。





## 权 利 要 求 书

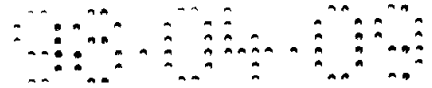
1.一种制造具有多圈高拉伸强度复合材料的螺旋带的方法，其特征在于包括下列步骤：提供一种具有一未固化流体状态和一固化固体状态的树脂；提供成纤维束形式的多束连续的高拉伸强度的纤维，每个所述纤维束包含许多相互独立的单根纤维；在所述的多个纤维束通过一组间隔展开件以将所述纤维束展开成所述单根纤维；沿一进给方向使所述各单根纤维进给通过一处于所述未固化流体状态的所述树脂槽浴，从而使所述纤维完全由所述树脂涂覆而形成一具有第一和第二表面的所述复合材料组成的连续扁带；将所述复合材料的所述扁带贴上一层半刚性的具有至少一个平表面的隔粘带，使所述扁带的所述第一和第二表面中的至少一个表面与所述隔粘带的所述至即一个平表面紧密接触以形成一叠层带；将所述叠层带卷绕在一心轴上，使得在心轴上形成多个叠压圈的所述复合材料；将所述复合材料的所述扁带内的所述树脂至少部分地固化至所述固化固态以将多圈定形成一螺旋构造；将所述隔粘带从所述复合材料的所述扁带上剥下，从而所述复合材料的所述扁带的所述第一和第二表面中的至少一个所述表面是一在横剖面上基本是平的表面。

2.如权利要求1所述的方法，其特征在于，所述隔粘带有足够刚性，以使所述隔粘带的至少一个所述平表面在所述的卷绕和固化步骤中不会因受到所述复合材料的所述扁带内的所述纤维的作用而变形，但它又是足够柔软的，以使其能在所述卷绕步骤中以光滑的曲而均匀地包绕在所述心轴上。

3.如权利要求1所述的方法，其特征在于，所述隔粘带的厚度约为0.005英寸。

4.如权利要求3所述的方法，其特征在于，所述的隔带粘由尼龙制成。

5.如权利要求3所述的方法，其特征在于，所述隔粘带由聚酯



树脂制成。

6.如权利要求 1 或 3 所述的方法，其特征在于，所述复合材料的所述扁带的所述第一和第二表面的至少一个所述表面有一约为 12.5 微英寸的公称表面光洁度。

7.如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述隔粘带至少有两个平表面，这样，在所述多个叠压圈内的所述复合材料的所述扁带的每个所述第一和第二表面都与所述隔粘带的所述两平表面中的一个相接触。

8.如权利要求 7 所述的方法，其特征在于，所述隔粘带包括两个隔粘带，每个隔粘带有至少一个平表面，所述的粘贴步骤包括这样一个步骤，即，将所述复合材料的所述扁带的所述第一和第二表面中的一个与所述两隔粘带中的一个的所述平表面紧密接触，并使所述复合材料的所述扁带的所述第一和第二表面中的另一个与所述两隔粘带中的另一个的所述平表面紧密接触，以形成所述叠层带。

9.如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述树脂在所述的固化固态是弹性的。

10. 如权利要求 9 所述的方法，其特征在于，所述树脂从包括聚酯树脂、乙烯基酯树脂、聚氨酯树脂和环氧树脂的物组中选取。

11. 如权利要求 10 所述的方法，其特征在于，所述树脂包括间苯二聚酯树脂。

12. 如权利要求 1 或 10 所述的方法，其特征在于，所述高拉伸强度纤维包括非金属纤维。

13. 如权利要求 12 所述的方法，其特征在于，所述高拉伸强度纤维是非导电的。

14. 如权利要求 12 所述的方法，其特征在于，所述纤维包括玻璃纤维。

15. 如权利要求 14 所述的方法，其特征在于，所述玻璃纤维包括 E 型玻璃纤维。



16. 如权利要求 1、3 或 15 所述的方法，其特征在于，每根所述纤维的直径不超过约 0.001 英寸。

17. 如权利要求 1、9 或 10 所述的方法，其特征在于，所述复合材料的所述扁带由约 50%至约 90%重量百分比之间的所述纤维和约 10%至约 50%重量百分比之间的所述树脂组成。

18. 如权利要求 17 所述的方法，其特征在于，所述复合材料的所述扁带由约 65%至约 75%重量百分比之间的所述纤维和约 25%至约 35%重量百分比之间的所述树脂组成。

19. 如权利要求 18 所述的方法，其特征在于，所述复合材料的所述扁带由约 70%重量百分比的所述纤维和约 30%重量百分比的所述树脂组成。

20. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述将所述纤维进给通过所述树脂浴槽的步骤包括这样一个步骤，即使所述纤维绕过一位于所述树脂内的部件，从而改变所述纤维的所述进给方向。

21. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，在所述将所述纤维进给通过所述树脂浴槽的步骤之前还包括使所述多纤维张紧的步骤。

22. 如权利要求 21 所述的方法，其特征在于，所述张紧步骤包括这样一个步骤，即使所述多束纤维通过一组间隔开的部件以限制所述纤维沿所述进给方向的运动。

23. 如权利要求 3 所述的方法，其特征在于，还包括这样一个步骤，即使所述复合材料的所述扁带通过一包括多个间隔的齿的梳理装置，使所述许多纤维基本等分地通过所述多个齿之间的间隔。

24. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述心轴包括隔开一预定距离的径向延伸的一对法兰，所述叠层带卷绕在所述两法兰之间的所述心轴上，这样，所述复合材料的所述扁带具有基本与所述预定距离相等的宽度。



25. 如权利要求 1 所述的方法, 其特征在于, 还包括这样一个步骤, 即, 将所述复合材料的所述扁带加热至约 100 °F 至约 250 °F 之间以使所述树脂完全固化。

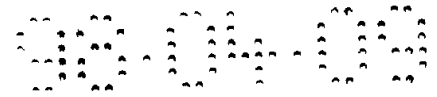
26. 一种具有多圈高拉伸强度复合材料的螺旋带, 其特征在于, 该带通过以下步骤制成: 提供一种具有一未固化流体状态和一固化固体状态的树脂; 提供成纤维束形式的多束连续的高拉伸强度的纤维, 每个所述纤维束包含许多相互独立的单根纤维; 在所述的多个纤维束通过一组间隔展开件以将所述纤维束展开成所述单根纤维; 沿一进给方向使所述各单根纤维进给通过一处于所述未固化流体状态的所述树脂槽浴, 从而使所述纤维完全由所述树脂涂覆而形成一具有第一和第二表面的所述复合材料组成的连续扁带; 将所述复合材料的所述扁带贴上一层半刚性的具有至少一个平表面的隔粘带, 使所述扁带的所述第一和第二表面中的至少一个表面与所述隔粘带的所述至即一个平表面紧密接触以形成一叠层带; 将所述叠层带卷绕在一心轴上, 使得在心轴上形成多个叠压圈的所述复合材料; 将所述复合材料的所述扁带内的所述树脂至少部分地固化至所述固化固态以将多圈定形成一螺旋构造; 将所述隔粘带从所述复合材料的所述扁带上剥下, 从而所述复合材料的所述扁带的所述第一和第二表面中的至少一个所述表面是一在横剖面上基本是平的表面。

27. 如权利要求 26 所述的螺旋带, 其特征在于, 所述树脂在所述的固化固态是弹性的。

28. 如权利要求 26 所述的螺旋带, 其特征在于, 所述高拉伸强度纤维包括玻璃纤维。

29. 如权利要求 26 所述的螺旋带, 其特征在于, 所述复合材料的所述扁带由约 50% 至约 90% 重量百分比之间的所述纤维和约 10% 至约 50% 重量百分比之间的所述树脂组成。

30. 高拉伸强度复合材料在强化轴向延伸结构, 以使之能抵抗从所述结构径向向外的内力方面的一种应用, 其特征在于, 提供一



具有多圈高拉伸强度复合材料的螺旋带，每圈有至少一个表面在横剖面上是基本平的；将所述多圈螺旋带包绕在所述结构上，在包绕的同时，在所述多圈的相邻圈之间施涂一层粘结剂。

31. 高拉伸强度复合材料在强化轴向延伸结构，以使之能抵抗从所述结构径向向外的内力方面的一种应用，其特征在于，提供一构成一螺旋形状的复合材料带，它终止于一内端和一外端，且有多用于包绕和抱合所述结构的弹性圈，每一圈有与相邻圈的对应表面紧贴的一内表面和一外表面，所述每一圈的至少一个所述内表面或外表面在横剖面内是基本平的，所述复合材料包括许多嵌埋在树脂基本内并平行于螺旋方向延伸过所述螺旋的连续的高拉伸强度的纤维丝；将所述复合材料带包绕在所述轴向延伸的结构上；在所述包绕步骤的同时，在所述多圈的相邻圈之间施涂一层粘结剂。



# 说明书

## 高拉伸强度的复合加强带及其制造和应用方法

本发明涉及复合材料领域。更具体地，本发明涉及用复合材料制成的螺旋形式的加强带及其制造方法。

大量管道系统用来在压力下长距离地输送气体或液体。这些管道会被腐蚀，而且在某些情况下，由于高速度和受力太大而沿管道轴向产生的裂纹会使管道失效。多年来，已有许多方法来修补管道受腐蚀的部分以及用来限制塑性破坏和脆性破坏在这种管道内的蔓延。其中一个方法包括采用由高拉伸强度复合材料制成的盘绕带来包绕管道。公开的加拿大专利申请 No. 2,028,254 描述了采用这些复合带来修补和加强管道的方法，而美国专利 No. 4,700,752 中描述了采用这些复合带来阻止裂纹以限制塑性破坏在管道内的蔓延的方法。这两个文件中所揭示的内容在这里引为参考。

上述方法中采用的复合带由密封在一树脂基体内的高拉伸强度材料的连续纤维构成。迄今采用的用来制造这些复合带的方法有各种缺点。在一个这类方法中，高拉伸强度的纤维是作成一条带的形式，它有许多横向的细丝将各条纤维保持在一起，横向细丝由多条热融胶保持在位。与采用这种条带相关的一个困难是不能用一层树脂覆层来均匀地包绕并封住纤维。采用这些条带的方法的另一个问题是与树脂的胶化和固化相关的热量会使热融胶条融化，留下横贯复合带的许多空隙。这些空隙起着槽道的作用，使水能够渗进并浸蚀纤维，从而使复合带时间一长就减弱。

为了克服某些这类困难，本案发明人已就采用不用横向细丝连接的单独纤维的方法作了实验。然而迄今已尝试过的采用单独纤维

的实验方法产生的复合带的内外表面都起伏不平。亦即，在制造过程中，连续纤维内的张力已使这些复合带在每一表面上有沿复合带长度方向延伸的随机的一系列峰部和谷部。在复合带的相邻盘绕圈上的峰和谷当想要在安装过程中使这些圈径向对齐时会相互干扰，从而使安装过程更困难了。

与这些实验制造的复合带相关的另一个问题涉及复合带作为一种结构加强件的预定功用。典型地，在将复合带包绕比如管道的安装中，随着将复合带往管道上缠绕，在复合带的相邻两圈之间涂粘结剂。粘结剂用来防止缠绕的复合带在这些管道正常工作时的非常高的流体压力下散开。然而，对于已绕装在用于试验目的的模拟管道上的这些复合带，已经遇到了与采用这些粘结剂相关的一些问题。这些问题包括很难在复合带的相邻两圈之间始终一致地形成足够的粘结强度以及很难达到足够迅速而一致的粘结剂固化速度。另一个问题是不能获得非常薄而均匀的粘结剂层以尽量减小由复合带相邻两圈之间的粘结剂层所造成的“软垫”作用。

因此，有必要改进把连续的高拉伸强度纤维包容在一种树脂基体内来制造高拉伸强度复合带的工艺方法。而且也需要在将复合带绕装加强一结构时可有规律地在这些复合带的相邻两圈之间形成牢固的粘结的方法。

本发明正是致力于满足这些需要。

已经发现，采用独立纤维的实验复合带的各圈之间的不均匀粘结强度并非是由在将这些复合带绕装一结构过程中涂施的粘结剂造成的，而是由这些复合带制作时形成的起伏不平的表面所造成的。在绕装复合带时，相邻两层上的峰和谷可能以不同方式对准。一种情况是，相邻两层的相对表面处于“同相”，即一层上的峰啮合入相邻层上的谷中，因而这两层相对的表面之间形成连续的接触。另一种情况是，两表面处于“异相”，即一层上的峰与相邻层上的峰对



准，因而这两层的相对表面只在峰处相互接触，而在谷处周围这两表面之间有很大距离。由于峰和谷在每一层上是随机分布的，几乎不可能一个表面上的所有峰和谷与相对表面上的所有峰和谷都同相或异相。最有可能的状态是，相对两表面上的一些峰和谷是同相的，而另一些峰的谷是异相的，还有一些是介于完全同相或完全异相之间的。

由于粘结强度与粘结剂层的厚度成反比，复合带的相邻两圈之间的粘结强度在很大程度上取决于相邻两圈的相对两表面之间的距离。相对两表面相互靠得越近，粘结强度越大；相对两表面相距越远，粘结强度越小。通过实践本发明方法，采用独立纤维的复合带现在能够制造具有平的表面，这样，复合带的相邻两圈可在整个表面上基本上相互连续接触。因此，这些复合带现在能够始终一致地以其相邻两圈之间有厚度均匀的粘结剂薄层来绕装，因而可获得高的粘结强度。粘结剂的这些薄层也使得能达到始终一致迅速的粘结剂固化速度以及大大地降低因在复合带的相邻两圈之间涂施粘结剂而产生的软垫作用。而且，从这些复合带上消除了峰和谷，使得在绕装过程中将复合带的好多圈都径向对齐就更容易了。

本发明之工艺方法的另一个好处是，现在可以均匀地将高拉伸强度纤维完全包覆和密封在树脂体内而不会在复合带内形成任何空隙或槽道。树脂因此而起保护埋其中的纤维的作用，防止其暴露于环境时可能受到的机械和化学损伤。而且，用于本发明的工艺方法可以制造出纤维包封量更大的高质量复合带，这样就可制成超强的复合物。

本发明的一个方面提供了一种制造一种有多圈高拉伸强度组合材料的螺旋带的制造方法。按照本发明的这个方面的一个方法包括将多根连续的高拉伸强度纤维送过一处于未固化流体状态的树脂浴槽的步骤，以使各根纤维完全涂覆上树脂而粘连起来形成一复合材

料扁带。让复合扁带贴在具有至少一个平表面的半刚性隔粘带上，使扁带的至少一个表面与隔粘带紧密接触以形成叠层带。将叠层带缠绕在一心轴上，使复合材料成为多个叠压的圈，带内的树脂至少部分地固化到固态以将各圈定形成一螺旋构造。当将隔粘带从复合扁带上剥下时，就看到一个具有至少一个基本平表面的复合带。

最好是，隔粘带有足够的刚性，以使隔粘带的至少一个平表面在缠绕和固化步骤中不会因受到复合带内的纤维的作用而变形，但隔粘带又应是足够柔软的，以便在缠绕步骤中能均匀地绕在心轴上。隔粘带可以具有至少两个基本平的表面，这样，处于多个叠压的各圈内的复合带的第一和第二面就都与隔粘带的一个平表面相接触。尽管隔粘带的刚性将在很大程度上取决于构成隔粘带的特定材料，较佳的隔粘带的厚度可至少为约 0.005 英寸。虽然隔粘带可用具有适当刚性的任何薄膜材料制成，但聚丙烯、尼龙和聚酯薄膜的隔粘带特别好。

用来制造复合材料的高拉伸强度纤维最好用非金属的不导电材料构成。比如，纤维可以是玻璃纤维，最好是 E 型玻璃纤维。最希望的是，纤维是直径不超过约 0.001 英寸的单根纤维。这里所用的“单根”一词是指各纤维相互之间是独立的，没有任何可能将几根纤维保持在一起的横向细丝或其它连接件。纤维可以为纤维束的形式，每一纤维束包括多根单根纤维。这种情况中，希望各纤维束绕过一组展开杆以使各纤维束内的各单根纤维在进入树脂浴槽内之前散开。

构成复合材料的树脂最好在固化的固体状态下有弹性，它可从包括聚酯树脂、乙烯酯树脂、聚氨酯树脂、环氧树酯、沥青瓷漆、煤焦油瓷漆以及类似材料的物组中选择。在这些树脂中，聚酯树脂、乙烯酯树脂、聚氨酯树脂和环氧树脂较佳，而间苯二聚酯树脂特别好。较佳的复合材料包括约 50% 至 90% 重量百分比之间的纤维和约

10% 至 50% 重量百分比之间的树脂；更佳的为约 65% 至约 75% 重量百分比之间的纤维和约 25% 至约 35% 重量百分比之间的树脂；最可取的为约 70% 重量百分比的纤维和约 30% 重量百分比的树脂。

在将纤维进给树脂浴槽的步骤中可以包括一个使纤维从一位于树脂中的杆下经过，以使其急剧改变行进的方向的步骤，从而使纤维束中的纤维进一步散开和相互间进一步分开，这样，它们就能完全涂上树脂。纤维可在进给过树脂浴槽之前张紧。可让纤维绕过一组分离杆以对进入树脂浴槽的纤维的向前运动施加一拉力，从而实现张紧。上述工艺方法提供了一种用于制造在螺旋方向上有高拉伸强度的螺旋形式的复合带的简单而有效的方法。

本发明的另一个方面提供了一种加强轴向延伸结构使之能抵抗从结构内径向向外的内力的方法。根据本发明的这一方面的一种方法包括一个提供一具有多个高拉伸强度复合材料圈的螺旋带的步骤，每一圈有至少一个基本平的表面。螺旋带的多个圈用一种粘结剂包绕在结构上，使多个圈不会相互间相对运动，也不会相对于结构而运动。

通过参照下面结合附图所进行的详细描述，可更完全地理解本发明的主题及其各种优点。

图 1a 是剖切过处于一绕装位置的实验螺旋带的相邻两圈所取的放大示意横剖图；

图 2 是剖切过本发明之螺旋带的相邻两圈所取的放大示意横剖图；

图 3 是螺旋带的主体图；

图 4 是显示本发明的一个实施例的螺旋带制作工艺方法的示意图；

图 5 是示意地显示处于制作过程中的螺旋带的相邻各圈的放大

剖分剖视图；

图 6 是显示本发明之另一实施例的螺旋带缠绕过程的剖分示意图；

图 7 是用本发明的一个实施例的螺旋带加强的一个结构的剖分前视图；

图 8 是沿图 7 中 A—A 线的横剖示意图；

图 9 是一结构的部分示意前视图，为了加强其上已绕装有本发明的多个螺旋带。几个螺旋带切除了一部分；

图 10 是一结构的剖分前视图，其上已绕装有本发明的多个螺旋带，以便按照本发明的另一实施例进行加强。

本发明的工艺方法采用由轻质高拉伸强度材料制成的连续纤维。尽管也可采用由任何高拉伸强度材料制成的纤维，但一般最好是非金属不导电的纤维。从这一点看，玻璃纤维较可取，并且 E 型玻璃纤维因其成本较低而特别可取。然而，本发明设想采用由其他高拉伸强度材料制成的纤维，诸如 S 型玻璃纤维、R 型玻璃纤维和开夫拉(Kevlar)之类。纤维以相互独立的单根纤维形式提供。即，纤维不包括任何横向细丝、任何热融胶或任何可能将一些纤维保持在一起的其他连接件。希望的是，每一单根纤维的直径不超过 0.001 英寸。纤维可以以束的形式提供，每束纤维都独立于近旁的纤维且可以包括数百甚至数千单根纤维。

参看图 4，多个纤维束 10 从包装(未示)中通过一导引装置 12 拉出，导引装置 12 有多个给料孔 13，给料孔 13 导引着纤维束 10，这样，它们就不会相互纠缠而且基本上向同一方向正确对准以便随后的处理。提供的纤维束 10 的数目取决于准备制造的螺旋带的宽度和厚度以及所希望的带内纤维/树脂比例。

纤维束 10 从导引装置 12 拉过一装有树脂 16 的浴槽 14。在选择用于本发明的合适的树脂时必须考虑几个标准。合适的树脂最好为

未固化状态，在此状态下它是可充分流动的，从而可完全涂覆于纤维束 10 中的各单根纤维上，但又有足够的粘性从而能充填并保留在各纤维之间的间隙内。这种树脂最好也能达到表现一种弹性记忆的固态。通过调整加入树脂的催化剂数量，树脂固化至固态所需要的时间可以控制，以便可进行下面描述的各个成形步骤而树脂仍处于未固化的流体状态。

在树脂选择中需要考虑的另一个因素是固化状态的树脂要有能保护嵌埋在其中的纤维免受化学和机械损害的能力。从这一点看，在采用由复合材料构成的螺旋带来加强一结构时，螺旋带内的纤维一般是主要承载件。相应地，处于固化状态的树脂最好有足够的强度以及抵抗由潮气、土壤的化学作用及其他环境作用造成破坏的能力，以防止纤维被损害或减弱。

同时最好是选用在固化状态其延展性和伸长率可与纤维相协调的树脂。如果纤维和树脂两者的延展性和伸长率显著不同，在作为加强件使用时施加于螺旋带的拉伸应力将在纤维和树脂之间的界面处产生一剪切力，这个力会破坏这两构成部分之间的界面粘结。当粘结被破坏时，空气和土壤中的诸如酸和碱之类的侵蚀性介质就会迅速地沿纤维侵入而使之破坏和减弱。通过使树脂的延展性及伸长率与纤维的尽量接近，就会使界面处的剪切力达到最小，从而减小树脂和纤维之间发生脱结的可能性。

考虑到上述标准，用于本发明的合适的树脂可从包括聚酯树脂、乙烯基酯树脂、聚氨酯树脂、环氧树脂、沥青瓷漆和煤焦油瓷漆的物组中选取。在这些材料中，聚酯树脂、乙烯基酯树脂、聚氨酯树脂及环氧树脂较可取。也可采用性能与上述材料相似且满足上述要求的其他材料。一种特别可取的树脂是一种间苯二聚酯树脂，它由间苯二聚酯苯组分和用来将树脂胶化和固化至固态的甲乙酮过氧化物催化剂组成。除这种催化剂外各种常规的成分也可加入树脂中以获

得所需的特殊性能。这些添加物包括比如防止树脂受紫外线伤害的保护剂、粘性控制剂、为了可见或识别的目的而对树脂着色的颜料，等等。

在经过导引机构 12 之前，纤维束 10 可以进给过一组展开杆或变向杆 18。一杆组 18 包括三根杆 20、22 和 24，它们在水平面内相互隔开，对于导引机构 12 的每排进给孔 13 都有一组杆 18。这样，一组纤维束 10 可从最上的杆组 18 内的杆 20 的上面、杆 22 的下面以及杆 24 的上面拉过，然后经过导引装置 12 的顶排进给孔 13。其余的纤维束 10 类似地绕过其余的杆组杆 18 的杆 20、22 及 24 而被拉过，然后经过各排进给孔 13。变向杆 18 起到双重作用。首先，当纤维束 10 绕着杆 20、22 及 24 行进时，它们将初步分开并展开成较薄的单根纤维层。其次，变向杆 18 与下述的后道处理步骤相结合，可对纤维束 10 施加一拉力以限制纤维束在由箭头 26 所示的总体过程方向上的运动。此拉力会使在变向杆 18 下游的纤维张紧，从而消除纤维内的任何波浪形状，这样，纤维在经过树脂浴槽 14 时就对齐成基本平行的直线。从下面的描述中将可明白，在纤维上施加过大张力会形成劣质的螺旋带。通过调整第一杆组 18 中的杆 20、22 和 24 的水平间距，可调节施加在纤维上的张力—各杆相互间靠得越近，纤维内的张力越大，而各杆相距越远，纤维内的张力越小。

从导引装置 12 出来，纤维束 10 一边进入树脂浴槽 14 一边相互汇聚。一旦进入树脂浴槽 14，纤维束 10 就从树脂 16 液面下的布置成梯子状的一组散开杆 28、30 和 32 下方拉过。即，诸如纤维束 10 的拉过顶部两排进给孔 13 的那一部分将从散开杆 28 下面拉过；又诸如纤维束 70 的拉过中间两排进给孔 13 的那一部分则从散开杆 30 下面拉过；再诸如纤维束 10 的那些拉过底部两排进给孔 13 的最后部分则从散开杆 32 下面拉过。随着纤维束 10 分别从散开杆 28、30 和 32 下面拉过，它们在行进方向上发生明显的变化，且相互间

进一步散开，使得树脂 16 能够更容易地埋入各单根纤维之间而浸透纤维束。而且，散开杆 28、30 和 32 保证纤维从树脂 16 中穿过而不只是从其表面浮过。

在涂覆着树脂的纤维分别从散开杆 28、30 和 32 下面经过后，它们将成为复合扁带 34、36 和 38 的形式，每个复合扁带都含有许多根相互间基本同方向地延伸于一树脂基体内的连续纤维。复合带 34、36 和 38 在被从树脂浴槽 14 拉出的同时又被拉过一橡皮辗刮机构 40，此机构 40 包括一固定的下杆 42 和一铰接至一机架(未示)而可自由浮动的较重的上杆 44，当复合扁带 34、36 和 38 经过杆 42 和 44 之间的间隙 46 时，较重的杆 44 的辗刮作用使各单根纤维之间的树脂 26 受力而增加树脂浸透纤维束的程度。过量的树脂被从复合扁带上刮除，而各复合扁带则合并成一单个复合扁带 48。复合扁带 48 可被拉过一梳理装置 50，梳理装置 50 包括一基本垂直于带 48 的行进方向延伸的细长杆和多个横贯带的宽度方向向上延伸的指形杆 52。通过将基本相等数量的连续纤维从每两个指形杆 52 之间拉过，梳理装置 50 保证纤维沿复合扁带 48 的整个宽度基本均匀地分布。

离开梳理装置 50 后，扁带 48 接触并贴合到从一卷筒 58 沿箭头 56 方向并连续绕过沿箭头 66、68 和 70 方向转动的情辊 60、62 和 64 送过来的由一种隔粘材料制成的连续带 54 上。复合扁带 48 一边与隔粘带 54 接触，一边从一用橡胶或另一种柔软材料制成的刮板 72 下面经过。刮板 72 将任何过量的树脂 16 从复合扁带 48 上刮下，此树脂然后回到浴槽 14 内。一旦复合扁带 48 经过了刮板 72，其内的树脂与纤维的比例将基本保持不变。希望复合扁带 48 包含约 50% 至约 90% 重量百分比之间的纤维和约 10% 至约 50% 重量百分比之间的树脂；更可取的是约 65% 至约 75% 重量百分比之间的纤维和约 25% 至约 35% 重量百分比之间的树脂；最好是约 70% 重量百分比的纤维和约 30% 重量百分比的树脂。

离开刮板 72, 隔粘带 54 和复合扁带 48 将作另一叠层带 74 而一起行进, 接着将叠层带一圈一圈地卷绕在沿箭头 78 方向转动的心轴 76 上, 形成由卷绕成盘旋结构的交替相间的复合扁带层 48 和隔粘带层 54 构成的组件 80, 以保证叠层带 74 紧紧地卷绕在心轴 76 上。在卷绕步骤之前, 可以在心轴 76 上施加一层隔粘带 54 或一类似的隔粘涂层, 以便在树脂胶凝之后将组件 80 从心轴上取下来。由于组件 80 的内径与心轴 76 的外径相对应, 心轴 76 的直径尺寸的具体选择将取决于特定用途所需的螺旋带的最小内径。一般, 心轴 76 的直径取为最终要绕装螺旋带的结构的直径之半。希望的是, 将叠层带 76 卷绕在心轴 76 上的隔开的一对法兰 84 与 86 之间, 从而限定组件 80 的宽度。

一旦已在心轴 76 上卷绕了所需圈数的叠层带 74 (典型地在 10 至 20 圈之间), 就将心轴 76 上的组件 80 通过垂直于长度方向切割叠层带而切离叠层带 74 的其余部分。然后, 将装有组件 80 的心轴在环境条件下存放, 存放期间, 复合扁带 48 内的树脂将部分地固化或胶凝至固态, 使组件 80 内的很多圈固定成螺旋构造。此胶凝时间的长短取决于加入树脂基体成分的催化剂的数量。一旦胶凝就可通过比如在一强制空气烘箱内将组件 80 加热至约 100F 至约 250F 之间的温度而使树脂完全固化。对于上面讨论过的较可取间苯二聚酯树脂, 一个典型的加热程序可以包括一个分步骤的周期, 在此周期中, 组件 80 先加热至约 170F 至约 180F 之间一小时, 然后在约 250F 下约两小时。

当组件 80 内的树脂 16 已胶凝至足够硬的固态以致复合材料将不会产生永久变形时, 可将组件从心轴 76 上取下, 并可修除其有树脂溢料区的两端边缘, 而使组件有所需要的宽度。组件 80 修整过的边缘然后涂上树脂 16, 并将组件 80 通过最后的固化周期进行处理。一旦组件内的树脂完全固化, 就可将隔粘带 54 剥去而留下有很多



圈复合材料的螺旋带 90, 如图 3 所示。

在将叠层带 74 卷绕于心轴 76 上的步骤中, 沿叠层带 74 长度方向的纤维张力将典型地使叠层带卷绕得这样紧, 以致心轴上的每一圈叠层带都受到随后各圈的挤压。由于在此卷绕过程中, 叠层带 74 内的树脂 16 处于流体状态, 这一挤压作用一般有使复合扁带 48 的表面发生扭曲的趋势。换句话说, 参看图 5, 由于纤维中的张力, 纤维有紧紧卷绕心轴 76 的趋势, 以致于在隔粘带 54a 由刚性不够的材料制成时, 组件 80 的圈 88 内的纤维将施加趋使组件的前一圈 87 内的此隔粘带 54a 发生变形的局部力。由于此时这圈 87 的复合扁带 48a 内的树脂仍然处于未固化的状态, 树脂将不能支承隔粘带 54a 并防止其局部变形。相反, 树脂将屈服于这些力, 产生沿这圈 87 的复合扁带 48a 的长度方向延伸的表面起伏或波纹。随着继续将叠层带 74 卷绕到心轴 76 上, 叠层带的每一后续圈将以类似的方式使其前面的几圈发生变形。在图 1a 和 1b 所示的两圈螺旋带的横剖视图中, “峰”92 和“谷”94 表明了这些表面波纹。

会导致形成表面波纹的复合扁带 48 的变形可通过选择适当的隔粘带 54 来基本消除。即, 通过选择一种具有足够刚性而不会在卷绕步骤中局部变形的隔粘带 54, 可形成其表面如图 2 的横剖图中所示的基本是平的组件 80 的复合扁带 48 的各圈。同时, 隔粘带 54 又必须足够柔软, 以便其能够在卷绕步骤中以光滑弯曲的各圈均匀地缠绕在心轴 76 上。从这一点来看, 合适的隔粘带可由聚酯、聚丙烯、尼龙之类的材料制成, 在复合扁带 48 固化后, 这些材料不会牢固地粘结在其上, 在树脂胶凝阶段, 它们又能承受树脂 16 所产生的热量, 而且还能承受在最后固化过程中施加于组件 80 的热量。当然, 隔粘带的刚性既取决于其成分也取决于其厚度。比如, 当聚酯薄膜用作隔粘带材料时, 隔粘带的厚度最好在约 0.005 英寸至约 0.010 英寸之间。而且, 最好隔粘带有至少一个基本平的表面。这里所用的

“基本平的”一词是指隔粘带 54 的表面及螺旋带 90 的各圈的表面在横剖图内的表面平面度偏差应不超出约 1/64 英寸每英尺。非常可取的隔粘带的平表面也可以有带有纹理的表面光洁度。

在本发明的工艺过程中，复合扁带 42 的表面一般将与相接触的隔粘带 54 的表面的平整度及表面纹理相一致。因此，希望将把叠层带 74 卷绕到心轴 76 上的步骤安排成使得复合扁带 48 的两个表面都与隔粘带的纹理粗糙但基本平的那一表面相接触。这可以通过在卷绕步骤中将复合扁带 48 夹在两个隔粘带 54 和 55 的纹理粗糙但基本平的表面之间来实现，如图 6 所示。但最好还是采用只用一个双面都纹理粗糙但基本平的单一隔粘带的方法。在这样的方法，当叠层带 74 往心轴 76 上时，复合扁带 48 的一个表面将与叠层带 74 中的隔粘带 54 的对应表面相一致，而复合扁带 48 的另一个表面将与隔粘带 54 的另一表面相一致。

基本上随着上述方法，就形成了具有多个高拉伸强度复合材料同心圈的螺旋带 90。参看图 3，螺旋带 90 包括有一内端 96 的最里圈、有一外端 98 的最外圈、以及多个中间圈。这种复合带合乎需要地包括连续形态的固化树脂基体，树脂基体包封着大量沿螺旋方向相互同向的高拉伸强度的连续纤维。尽管在图 3 中同向纤维总地用纵向平行线 100 表示，但每两条相邻平行线 100 之间的空隙实际上代表几百甚至几千根纵向纤维。螺旋带 90 的各圈有一种弹性记忆，这意味着可用一个力来使带展开，但一旦卸除这个力，带又回到其初始的螺旋形状。圈的弹性最好是这样的，即带的使其倾向于卷成螺旋状的力要大于其重量，这样当带被以外端 98 悬挂起来时，带会保留在螺旋状态。显然，带的表面将没有起伏不平，确切地说，至少带的一个表面是基本平的。较可取地，如图 2 所示，带的两个表面都是基本平的。非常可取的是，带的平面度在横剖面内的偏差不超过 1/64 英寸每英尺，且表面波浪度（即表面起伏）不超过 0.003 英寸。而

且，非常可取的带的表面在用一表面光度仪测量时为约 12.5 微英寸的公称表面纹理。

用上述工艺方法制成的螺旋带可用来加强轴向延伸的结构以抵抗内部力造成的破坏。这类结构可以包括比如用来在压力下输送流体的管道、储存罐、高压储存容器、加强的混凝土桥支承件，以及有径向地从内向外的内力的可用轴向延伸结构来评价的其他结构。在结构承受很大的内部压力的应用中，比如气体输送管道，可以用一个或多个螺旋带 90 缠绕在结构上，使带的各圈同心布置。参看图 7 和图 8，这种加强技术包括在结构 104 的外表面上固定一层粘结垫 102 的初始步骤。一种合适的这类粘结垫 102 比如可以是矩形的其两侧都有接触粘结剂闭胞乙烯垫。作为一种优选办法，可在绕闭螺旋带 90 之前在结构 104 的外周表面上涂一层适当的粘结剂 106。开始时，通过将外端 98 粘结至粘结垫 102 把螺旋带 90 粘结到结构 104 上，使螺旋带 90 的取向基本垂直于结构的轴向。由于外端 98 保持在位，可通过一边放开螺旋带一边将其往结构 104 上缠绕来绕装螺旋带 90。在第一圈已绕到结构 104 上后，这圈的外表面涂以粘结剂 106 并再往结构上缠绕螺旋带 90 以形成下一圈。此下一圈的外表面再涂以粘结剂 106 且再绕一圈，如图 7 所示，此过程如此继续下去，直到整个螺旋带 90 都已施加到结构 104 上，以绕其形成一盘带 110，其中带 90 的内端 96 与盘带 110 的打底的那一圈接触。盘带 110 包括至少 5 圈螺旋带 90 较好，最好为约 8 圈。

题为“修补管道的方法”的美国专利申请 No. 07/942,731 中揭示了适于绕装螺旋带 90 使用的粘结剂。此参考文件中所揭示的内容在此引为参考。简言之，这些粘结剂都有一初始的流体状态，在此状态下，它们有便于施涂及粘结的适当粘性，而在完成绕装后，它们能固化至一种较硬的较牢固的粘结状态。较可取地是，这些粘结剂在固化状态能抵抗因长期暴露于环境而造成损坏。从这一点看，

一种特别可取的粘结剂包括甲基丙烯酸甲酯基本组分和用来使基本组分固化的过氧化物催化剂，各组分以适当比例混合以提供一种具有足够固化时间不完成绕装过程的粘结剂。

随着螺旋带 90 的各圈缠绕到结构 104 上，复合材料的弹性使各圈以一定紧度抱在一起并抱在结构的外表面上。希望的是，一旦整个螺旋带 90 都绕装完毕，就用一木块之类的东西轻拍各圈的边缘使其径向对齐，直到盘带 110 的每侧边缘都基本相互对齐。由于螺旋带 90 的各圈没有相互咬合在一起而限制其横向运动的表面起伏，这种对齐是容易实现的。然后，可以用机械手段使盘带 110 的各圈进一步并紧，直到盘带的最内圈与结构 104 的外表面紧密接触。在此抱紧过程中，相邻圈之间的尚处于未固化的流体状态的粘结剂层 106，起到便于各圈抱紧的润滑作用。在使盘带 110 的各圈抱紧时，随着各圈靠得越来越近，多余的粘结剂就从这些圈之间挤出。由于螺旋带 90 的表面基本是平的，相邻两圈的相对表面能相互贴紧，这样，就只有一薄层粘结剂 106 位于这些表面之间。结果，将产生牢固的粘结而将盘带 110 的相邻圈牢牢地粘在一起。而且，螺旋带 90 的纹理表面将加强粘结剂对带的各圈的粘结力。不需要用粘结剂 106 涂覆盘带 110 最后一圈。可以用一条或多条条带，比如纤维带，绕扎住盘带 110，使其抱紧在位，直到各圈之间的粘结剂 106 固化到足够的粘结状态。

在某些应用中，可能需要加强一结构的一个轴向段，其长度大于单个螺旋带 90 的宽度。这时，如图 9 所示，可以用几个螺旋带 90 绕装在结构上，构成覆盖着结构的一对应轴向长度的多个盘带 112、114、116、118 和 120。每个盘带 112—120 都如盘带 110 那样来形成。尽管所示的盘带 112—120 都边对边地相互抵靠，一个盘带与下一个盘带的实际接触不是必需的。相反，结构可以用绕装成其间有小间隙的各盘带 112—120 来得到足够加强。

在那些结构内的压力大大低于气体输送管道内的压力的应用情况中，并不很需要加强，比如，加强用钢筋混凝土建成的桥的支柱就是这种情况。为了加强这种结构，如图 10 所示，可沿相反的升程螺旋方向将一个或多个螺旋带 90 缠绕在结构上。采用上述对结构 104 进行加强的技术，采用与粘结垫 102 类似的粘结垫(未示)来将螺旋带 90 的外端 98 以一斜角初始粘结到结构 122 上。在将一层粘结剂(比如粘结剂 106)已施涂在结构 122 的外表面上后，可将一螺旋带 90 一边放开一边以升程螺旋的方式绕在结构上，螺旋带 90 的每一圈都与前一圈边靠边，以形成第一个升程螺旋盘带 124。如果需要，可在整个螺旋带 90 绕装到结构 122 上之后，将第二个螺旋带 90 以同样方式绕装在其上。这样，在一第二粘结垫已固定到螺旋盘带 124 且一层粘结剂已施涂于其上之后，可绕装一第二螺旋带 90 以覆盖第一螺旋盘带 124。典型地，可以将第二螺旋带 90 绕装成一其各螺旋圈与盘带 124 的各螺旋圈方向相反的螺旋盘带 126，如果需要，还可绕装附加的螺旋带以形成更多的盘带层。还是那样，螺旋带 90 的平表面能使带如此平整地绕装在结构 122 上，以致在螺旋盘带 124 和结构 122 的外表面之间以及在螺旋盘带 126 和螺旋盘带 124 之间只有一薄层粘结剂。通过将粘结剂限制于只有一薄层，在各复合部分之间就形成了牢固的粘结。

尽管这里已结合实施例描述了本发明，但应明白，这些实施例只是表示了本发明的原理及应用。因此应该明白，对所揭示的实施例可作许多改动，并且可以设计出其他的结构布置，而不会偏离由后附权利要求书所限定的本发明的精神和范围。而且，应当明白，本发明除了在权利要求书中特别指明的那些特征外，还意欲包括这里描述的各特征的各种复合。

工业应用性：

本发明工艺方法可提供高拉伸强度的复合加强带，它们能比已

知的加强带更有效地用来修补管道的受腐蚀部分以及用来加强管道以限制塑性破坏和脆性破坏沿管道的蔓延。

说明书附图

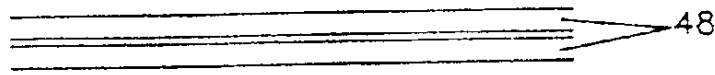
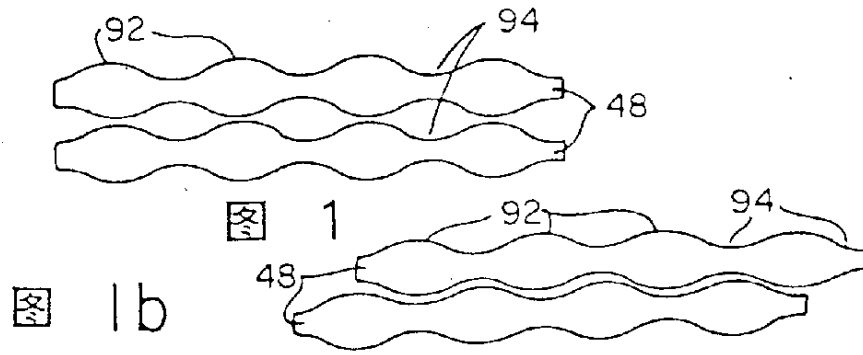


图 2

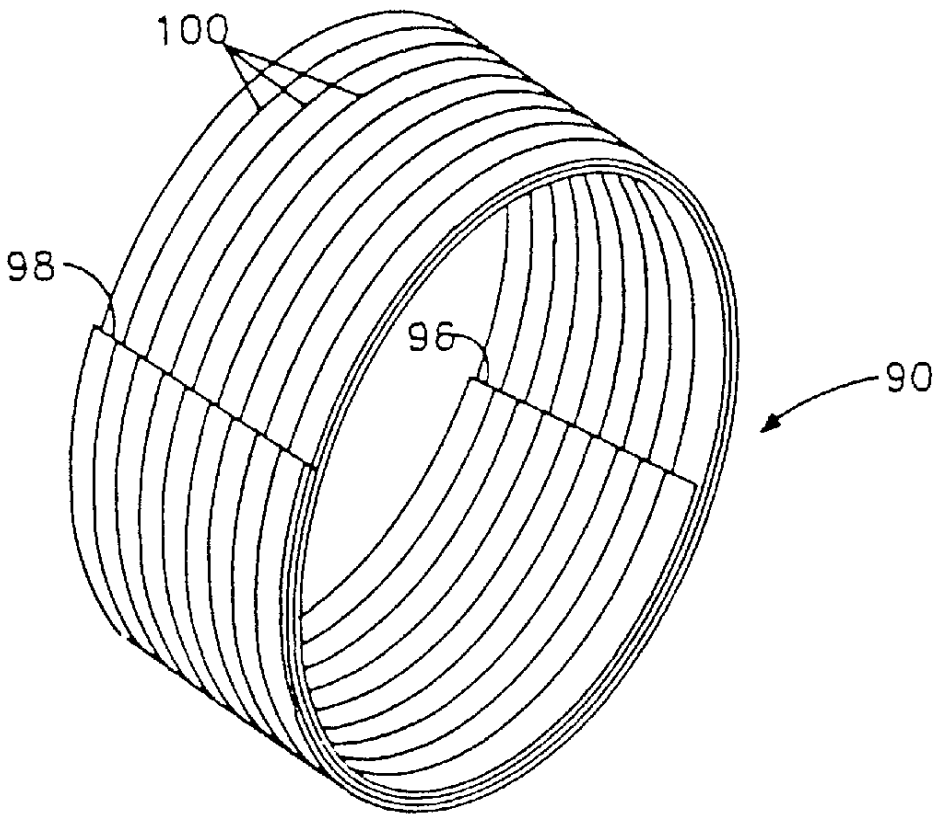


图 3

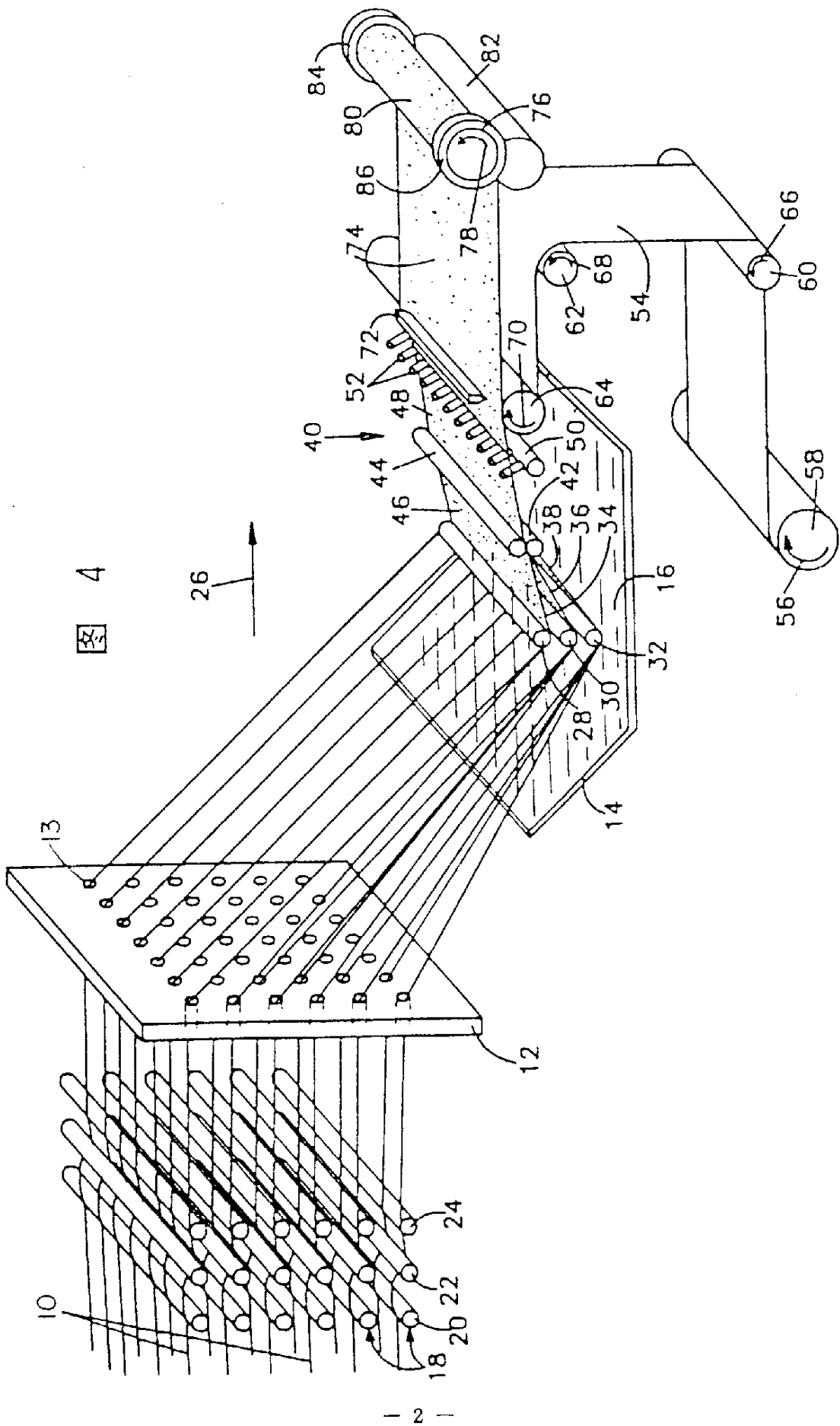
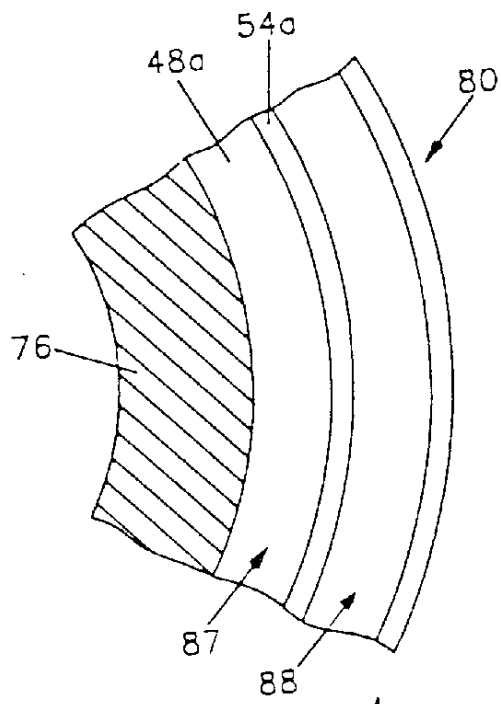


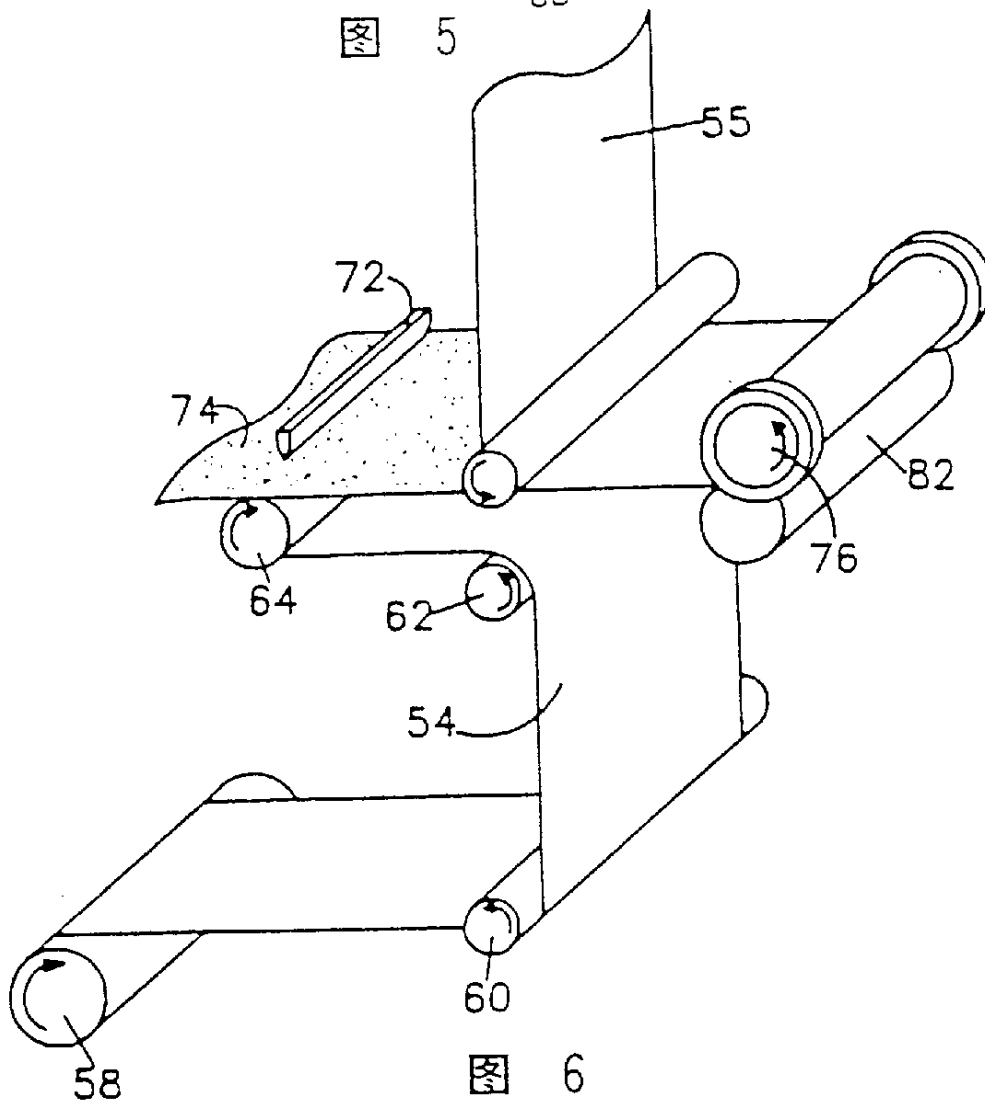
图 4







5



6

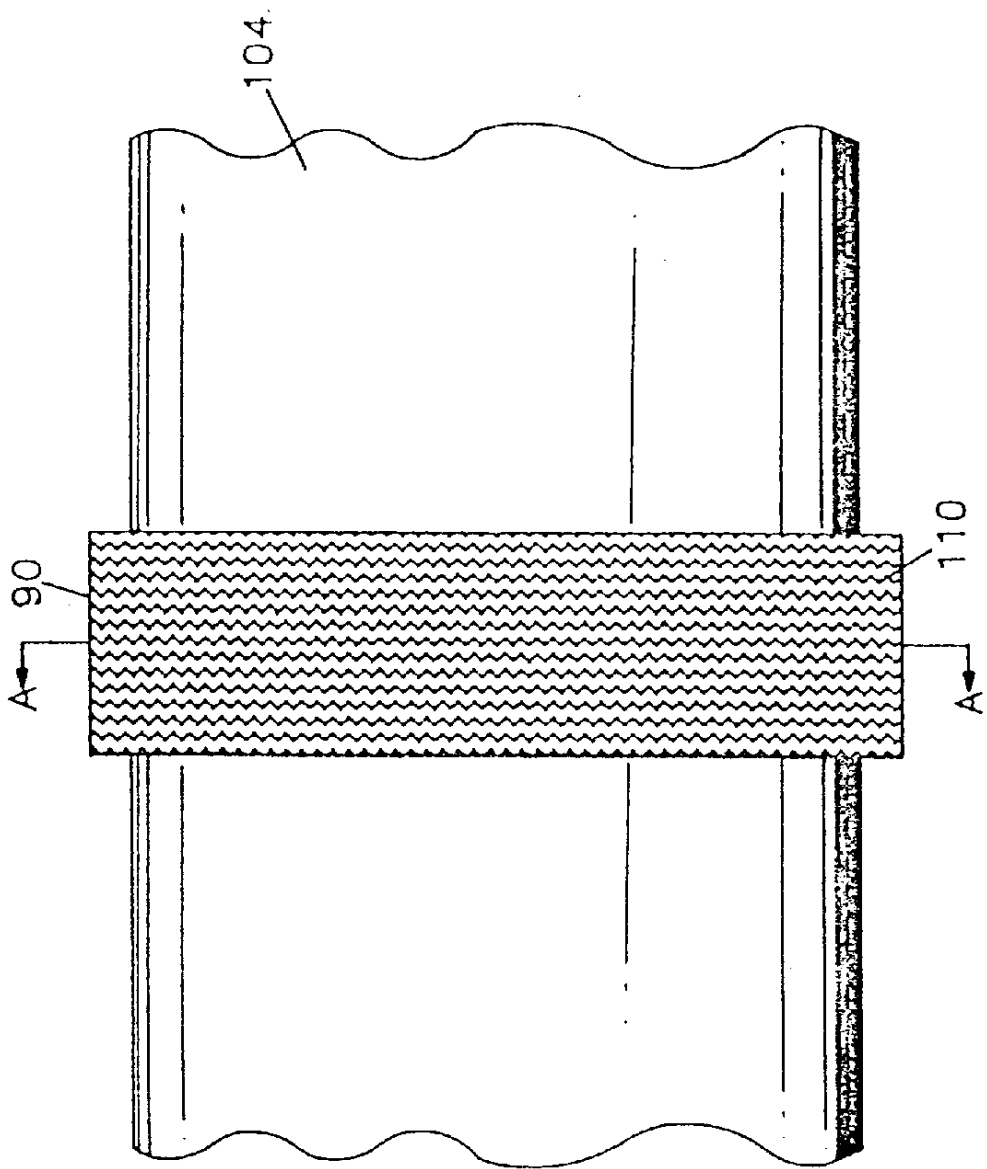
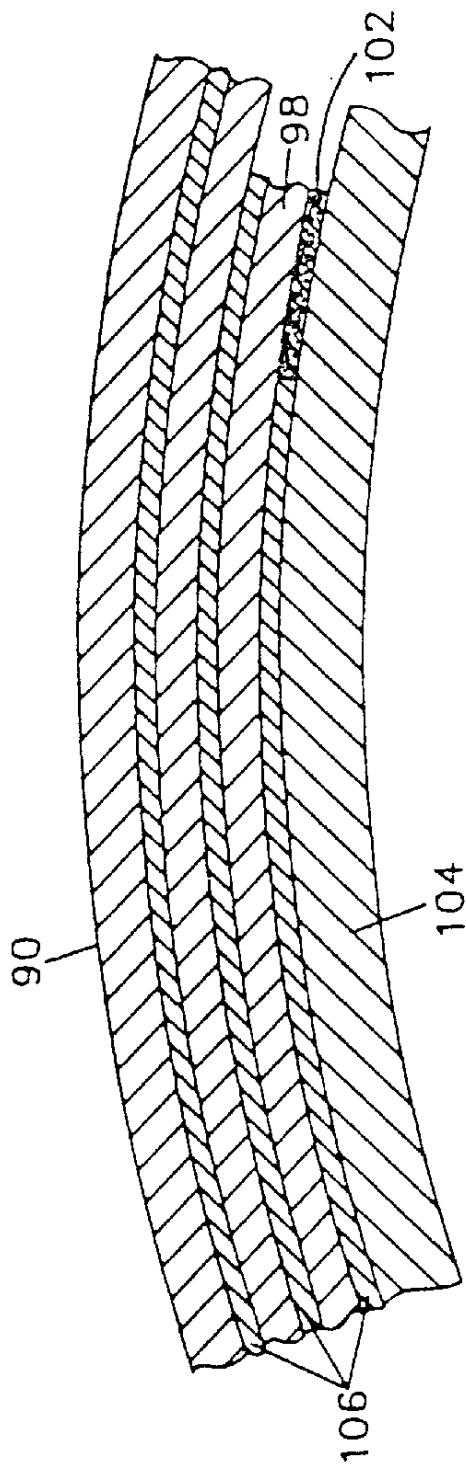


图 7



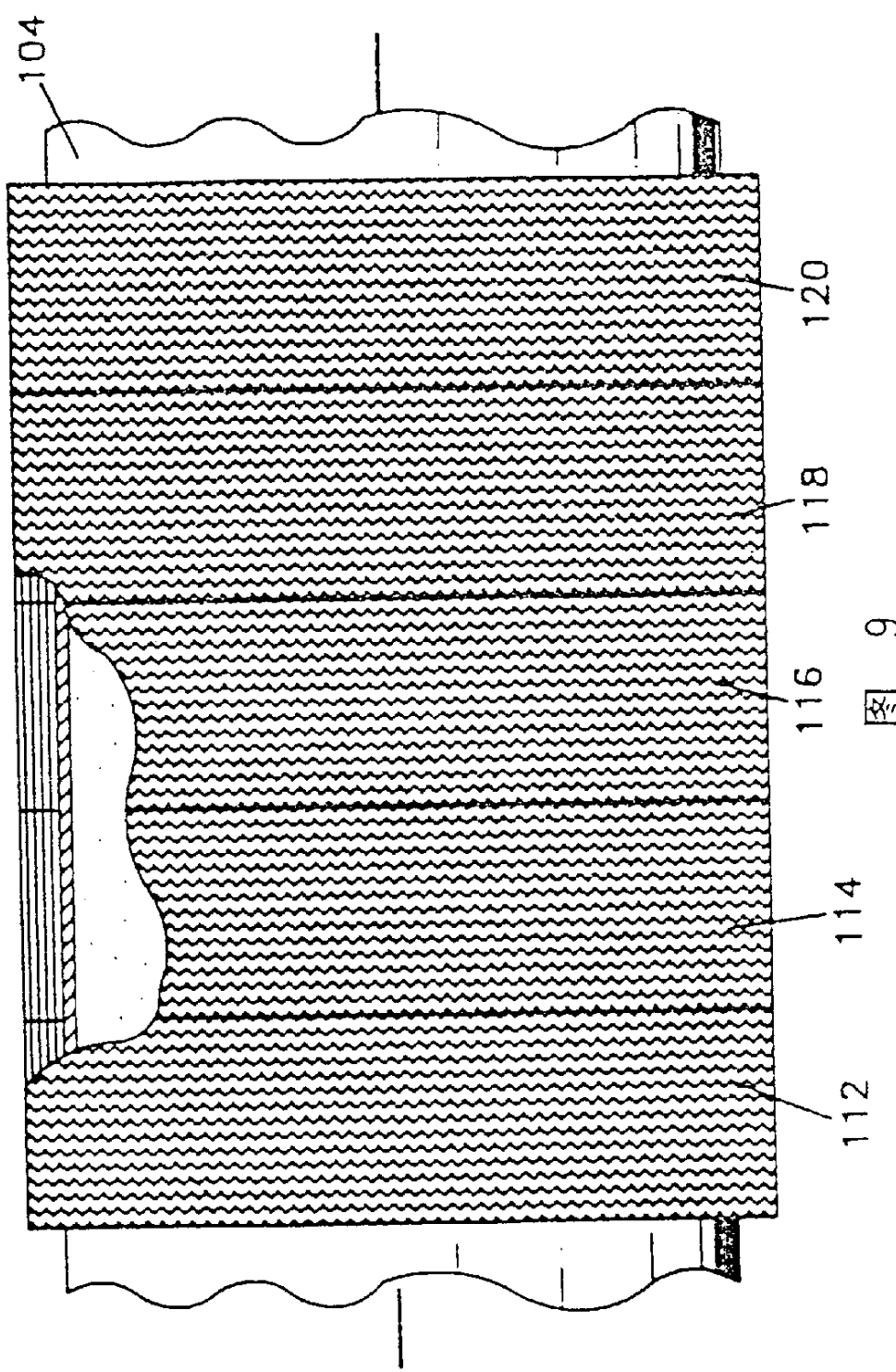


图 9

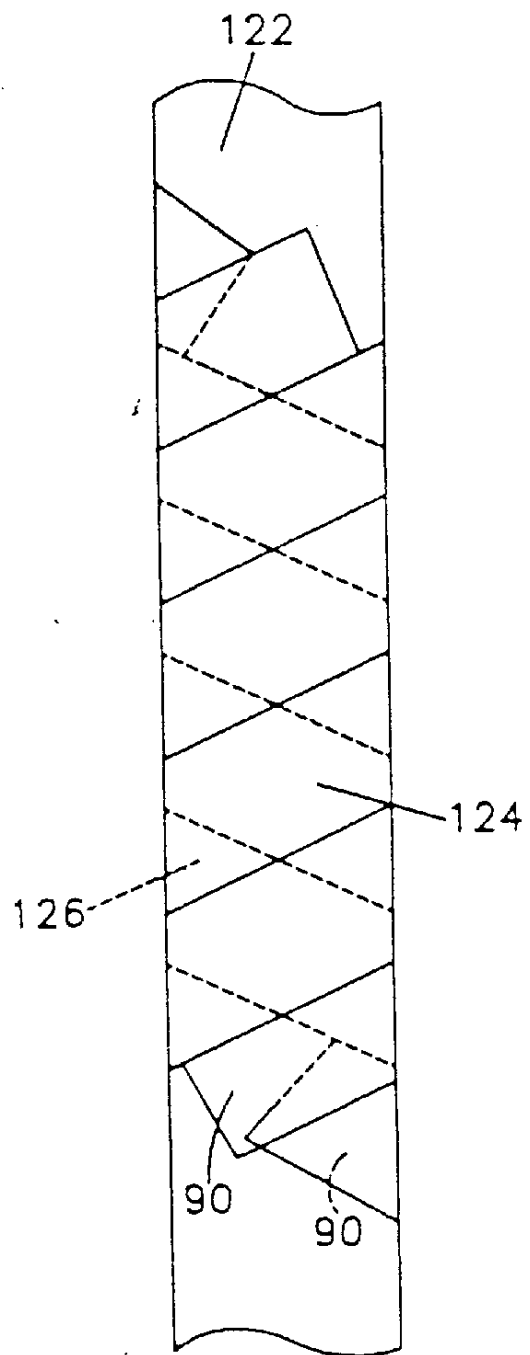


图 10