



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112702961 A

(43) 申请公布日 2021.04.23

(21) 申请号 201980058749.2

(22) 申请日 2019.09.10

(30) 优先权数据

62/729,311 2018.09.10 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2021.03.09

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2019/050410 2019.09.10

(87) PCT国际申请的公布数据

W02020/055866 EN 2020.03.19

(71) 申请人 斯瑞克公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 迈克尔·P·华莱士

E·斯科特·格林哈尔希

(74) 专利代理机构 北京康信知识产权代理有限公司 11240

代理人 石磊

(51) Int.Cl.

A61B 17/22 (2006.01)

A61B 17/221 (2006.01)

A61B 17/3207 (2006.01)

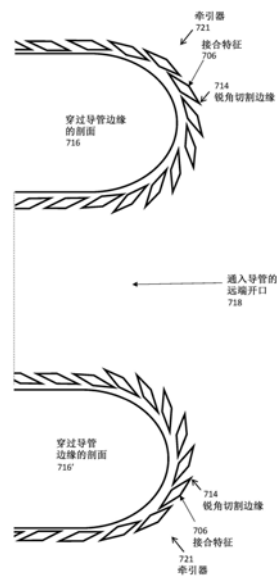
权利要求书3页 说明书15页 附图24页

(54) 发明名称

激光开槽抓取装置

(57) 摘要

本文公开了构造成从血管移除不同稠度和/或尺寸的阻塞物(例如,斑块物质)的机械动脉粥样硬化切除术装置和/或血栓切除术装置。该装置可以包括牵引器,该牵引器包括柔性管,该柔性管的材料使得当以类似传送带运动的方式被拉入导管的开放远端中时随着柔性管自身翻转而反向。柔性管可包括便于与阻塞物接合、增强牵引器平滑运动和/或促进装置在血管内的运动控制的特征。



1. 一种用于从血管中移除斑块物质的动脉粥样硬化切除术装置,所述装置包括:
导管,具有限定开口的远侧边缘,该开口提供通向所述导管内的管腔的入口;和
牵引器,包括柔性管,所述柔性管至少部分地覆盖所述导管的外表面并沿着所述导管的该外表面延伸,并且在所述导管的远侧边缘上反向翻转,使得所述柔性管的第一端穿过所述开口延伸到所述导管的管腔中,

其中,所述柔性管包括以锐角切入所述柔性管的外表面中以形成多个锐角切割边缘的多个接合特征,并且

其中,所述柔性管构造成使得向近侧拉动所述柔性管的第一端穿过所述导管的管腔会导致所述柔性管在所述导管的远侧边缘上翻转和反向,从而当所述柔性管翻入所述导管的管腔时在远侧暴露所述锐角切割边缘。

2. 根据权利要求1所述的装置,其中,所述锐角切割边缘沿着所述柔性管的长度对齐。

3. 根据权利要求1或2所述的装置,其中,所述锐角切割边缘构造成当所述柔性管的第一端被向近侧拉动穿过所述导管的管腔时,刮除所述血管的壁上的所述斑块物质。

4. 根据权利要求1或2所述的装置,其中,所述锐角切割边缘构造成当所述柔性管的第一端被向近侧拉动穿过所述导管的管腔时,刨削所述血管的壁上的所述斑块物质。

5. 根据权利要求1至4中任一项所述的装置,其中,所述多个接合特征布置成沿着所述柔性管的长度纵向间隔开的一系列周向带,使得当所述柔性管翻入到所述导管的管腔中时,所述接合特征的相应带依次经过所述导管的远侧边缘。

6. 根据权利要求5所述的装置,还包括一系列联接件,其中,所述一系列联接件中的每个联接件在所述接合特征的相应相邻带之间延伸。

7. 根据权利要求6所述的装置,其中,所述联接件沿着所述柔性管的长度以周向偏移模式布置。

8. 根据权利要求6所述的装置,其中,所述联接件沿着所述柔性管的长度以周向对齐模式布置。

9. 根据权利要求1至8中任一项所述的装置,其中,所述接合特征包括由具有第一宽高比限定的第一组特征,以及由具有不同于所述第一宽高比的第二宽高比限定的第二组特征。

10. 根据权利要求1至8中任一项所述的装置,其中,所述接合特征包括由具有尖锐接合表面限定的第一组特征,以及由具有弯曲接合表面限定的第二组特征。

11. 根据权利要求1至8中任一项所述的装置,其中,第一组接合特征的接合特征具有构造成用于铲除所述斑块物质的第一形状,并且第二组接合特征的接合特征具有构造成用于刨削所述斑块物质的第二形状。

12. 根据权利要求1至8中任一项所述的装置,其中,第一组接合特征的接合特征具有构造成用于切割所述斑块物质的第一形状,并且第二组接合特征的接合特征具有构造成用于刨削所述斑块物质的第二形状。

13. 根据权利要求1至8中任一项所述的装置,其中,第一组接合特征的接合特征具有构造成用于切割所述斑块物质的第一形状,第二组接合特征的接合特征具有构造成用于刨削所述斑块物质的第二形状,并且第三组接合特征的接合特征具有构造成用于铲除所述斑块物质的第三形状。

14. 一种用于从血管中移除斑块物质的动脉粥样硬化切除术装置,所述装置包括:

导管,具有构造成用于进入所述血管的远端部分和限定开口的远侧边缘,该开口提供通向所述导管的内管腔的入口;和

可激活的牵引器,包括柔性管,所述柔性管至少部分地覆盖所述导管的远端部分的外表面并沿着所述导管的远端部分的该外表面延伸,并且在所述导管的远侧边缘上翻转,使得所述柔性管的端部通过所述开口延伸到所述导管的内管腔中,所述柔性管具有的外表面包括具有多种不同形状的接合特征,

其中,当所述牵引器被激活时,所述柔性管围绕所述导管的远侧边缘移动,使得所述接合特征从所述远侧边缘突出,以与所述斑块物质接合并将所述斑块物质引向所述内管腔。

15. 根据权利要求14所述的装置,其中,所述接合特征包括由具有第一宽高比限定的第一组突出特征,和由具有不同于所述第一宽高比的第二宽高比限定的第二组突出特征。

16. 根据权利要求14所述的装置,其中,所述接合特征包括由具有尖锐接合表面限定的第一组突出特征,和由具有弯曲接合表面限定的第二组突出特征。

17. 根据权利要求14所述的装置,其中,第一组接合特征的接合特征具有构造成用于铲除所述斑块物质的第一形状,并且第二组接合特征的接合特征具有构造成用于刨削所述斑块物质的第二形状。

18. 根据权利要求14所述的装置,其中,第一组接合特征的接合特征具有构造成用于切割所述斑块物质的第一形状,并且第二组接合特征的接合特征具有构造成用于刨削所述斑块物质的第二形状。

19. 根据权利要求14所述的装置,其中,第一组接合特征的接合特征具有构造成用于切割所述斑块物质的第一形状,第二组接合特征的接合特征具有构造成用于刨削所述斑块物质的第二形状,并且第三组接合特征的接合特征具有构造成用于铲除所述斑块物质的第三形状。

20. 根据权利要求14至19中任一项所述的装置,其中,当所述牵引器被激活时,所述柔性管以往复运动的方式围绕所述导管的远侧边缘移动。

21. 一种用于从血管中移除斑块物质的动脉粥样硬化切除术装置,所述装置包括:

导管,具有限定开口的远侧边缘,该开口提供通向内管腔的入口;和

可激活的牵引器,包括柔性管,所述柔性管覆盖所述远侧边缘的至少一部分并进入所述导管的管腔,所述柔性管具有的外表面包括一系列纵向间隔开的具有接合特征的周向带,所述接合特征构造成与所述斑块物质接合,其中至少两个相邻带的接合特征在周向上彼此偏移,

其中,当所述牵引器被激活时,所述带依次经过所述导管的远侧边缘,使得所述接合特征从所述远侧边缘突出,以接合所述斑块物质并将所述斑块物质引向所述导管的管腔。

22. 根据权利要求21所述的装置,其中,每个带在所述带的每厘米长度具有三到五个接合特征。

23. 根据权利要求21或22所述的装置,其中,所述柔性管在所述柔性管的每厘米长度具有两到三个带。

24. 根据权利要求21至23中任一项所述的装置,还包括一系列联接件,其中,所述一系列联接件中的每个联接件在所述接合特征的相应相邻带之间延伸。

25. 根据权利要求24所述的装置,其中,所述联接件沿着所述柔性管的长度以周向偏移模式布置。

26. 根据权利要求24所述的装置,其中,所述联接件沿着所述柔性管的长度以周向对齐模式布置。

27. 根据权利要求21至26中任一项所述的装置,其中,至少两个相邻带的接合特征彼此对齐。

28. 根据权利要求21至27中任一项所述的装置,其中,所述柔性管包括多个紧固元件,这些紧固元件将所述柔性管耦接到设置在所述导管的管腔中的拉动件。

激光开槽抓取装置

技术领域

[0001] 本文描述的装置和方法涉及机械移除体内物体。具体地,本文描述了血栓切除术(thrombectomy)和动脉粥样硬化切除术(atherectomy)装置。

背景技术

[0002] 维持血管系统内的血液流动性是一个重要的生理过程。正常情况下,血液通过血管自由流动,将含有氧气和营养物质的血液输送到身体的不同组织。如果血管受伤,身体的正常反应是形成凝块,以限制出血。这种正常反应被称为止血。血栓是在没有出血的情况下止血被过度激活时产生的血凝块。血栓可由多种原因引起,如外伤、各种导致血流异常或血液凝固的情况。大血管中的血栓可能会减少通过该血管的血流。在小血管中,血流可能被完全切断,导致由该血管供应的组织死亡。

[0003] 血栓切除术是一种从血管中移除血栓以恢复血管内血流的过程。基于导管的血栓切除术技术包括将导管插入血管,以到达凝块并将其从血管中移除。如同许多医疗程序一样,希望在血栓切除术期间减少组织和细胞损伤的发生。例如,微创技术可以包括限制与手术相关的任何切口的尺寸。对于血栓切除术,微创手术可以包括在血管内插入较小的导管,以减少对血管和周围组织的损伤。尽管基于导管的血栓切除术技术可以包含微创技术,但仍然存在挑战。例如,导管装置应该能够有效且高效地从血管中移除血凝块,同时保持较小的轮廓,以减少对组织的损伤。因此,需要用于基于导管的手术的空间高效利用且有效的抓取装置。

发明内容

[0004] 本公开涉及适用于从血管移除阻塞物的抓取装置。抓取装置可以包括具有内腔和柔性刮管(例如牵引器)的导管,柔性刮管构造成与血管内的阻塞物接合,并将阻塞物引向导管的内腔。牵引器可以往复运动。本文描述了导管、牵引器以及抓取装置的其他特征的多种构造,其可有助于从血管捕获和移除阻塞物。

[0005] 在一些实施方式中,牵引器包括柔性管,该柔性管包括构造成与阻塞物接合的多个接合特征。这些接合特征构造成抵靠刮擦血管壁,以便移除(例如,通过切割、刮削、碎裂、拉动等)血管壁上的斑块。接合特征可以布置在一系列带上,这些带通过多个带连接器保持在一起。牵引器的特征(例如带的材料、壁厚、数量和尺寸)、接合特征形状和尺寸以及带连接器的数量和布置,可以构造成突显或优化抓取装置的各种功能。可以基于许多性能参数来评估抓取装置的操作,这些性能参数可以是例如翻入力、抓取强度、可操作性(例如,在血管内)、耐用性和不透射线性。

[0006] 如下文将更详所细描述,牵引器通常构造成从导管的外部翻入到导管的内管腔中,在导管的远端上翻转,使得从牵引器延伸的接合特征(在牵引器的所有侧面或仅在子区域上,例如牵引器的一侧或区域)可以抵靠刮除和/或移除斑块物质。牵引器可以连续翻转(例如,被拉入导管或从导管中拉出,优选通过进入导管)和/或可以往复运动,例如,翻转出

导管,然后进入导管。在一些变型中,牵引器以棘轮方式移动,使得其往复运动,但是以净移动的方式进入导管,以吸入由接合特征移除的物质。例如,牵引器可以被拉入或驱动到导管远端内第一距离,然后在相反的第二方向上从导管远端抽出第二距离,该第二距离略小于第一距离,使得以净整体移动进入导管。

[0007] 作为非限制实例,在所公开发明的一个示例性实施方式中,一种用于从血管移除斑块物质的动脉粥样硬化切除术装置包括:导管,该导管具有限定开口的远侧边缘,该开口提供通向导管内的管腔的入口;以及牵引器,该牵引器包括柔性管,该柔性管至少部分地覆盖导管的外表面并沿着该外表面延伸,并在导管远侧边缘上翻转,使得柔性管的第一端穿过开口延伸到导管的管腔中,其中柔性管包括以锐角切入柔性管的外表面中以形成多个锐角切割边缘的多个接合特征,并且其中柔性管构造成使得向近侧拉动柔性管的第一端穿过导管管腔会导致柔性管在导管远侧边缘上翻转和反向,从而当柔性管翻入所述导管管腔时在远侧暴露锐角切割边缘。

[0008] 锐角切割边缘可以沿柔性管的长度周向间隔开或对齐,或者一些切割边缘间隔开而一些切割边缘对齐,并且可以构造成当柔性管的第一端被向近侧拉动穿过导管管腔时刮除或刨削血管壁上的斑块物质。举例来说,接合特征可布置成沿柔性管的长度纵向间隔开的一系列周向带,使得当柔性管翻入到导管管腔中时,接合特征的相应带依次经过导管的远侧边缘。动脉粥样硬化切除术装置还可以包括在接合特征的相邻带之间延伸的相应联接件,其中联接件可以沿柔性管的长度以周向偏移模式、周向对齐模式或两种模式皆有来布置。

[0009] 作为进一步的非限制性实例,接合特征可以包括由具有第一宽高比限定的第一组特征,以及由具有不同于第一宽高比的第二宽高比限定的第二组特征。例如,接合特征可以包括由具有尖锐接合表面限定的第一组特征,以及由具有弯曲接合表面限定的第二组特征。此外,或者可替换地,第一组接合特征的接合特征可以具有构造成用于铲除斑块物质的第一形状,并且第二组接合特征的接合特征可以具有构造成用于刨削斑块物质的第二形状。例如,在一个实施方式中,第一组接合特征的接合特征具有构造成用于切割斑块物质的第一形状,第二组接合特征的接合特征具有构造成用于刨削斑块物质的第二形状。在另一个实施方式中,第一组接合特征的接合特征具有构造成用于切割斑块物质的第一形状,第二组接合特征的接合特征具有构造成用于刨削斑块物质的第二形状,第三组接合特征的接合特征具有构造成用于铲除斑块物质的第三形状。

[0010] 在所公开的发明的另一个示例性实施方式中,一种用于从血管中移除斑块物质的动脉粥样硬化切除术装置包括:导管,该导管具有构造成用于进入血管的远端部分和限定开口的远侧边缘,该开口提供通向导管管腔的入口;以及可激活的牵引器,该牵引器包括柔性管,该柔性管至少部分地覆盖导管远端部分的外表面并沿着该外表面延伸,并且在导管远侧边缘上翻转,使得柔性管的端部通过开口延伸到导管的管腔中,柔性管具有包括具有多种不同形状的接合特征的外表面,其中当牵引器被激活时,柔性管围绕导管远侧边缘移动,使得接合特征从远侧边缘突出,以与斑块物质接合并将斑块物质引向管腔。非限制性地,牵引器可以构造成使得当牵引器被激活时,柔性管以往复运动的方式围绕导管远侧边缘移动。

[0011] 接合特征可包括由具有第一宽高比限定的第一组突出特征和由具有不同于第一

宽高比的第二宽高比限定的第二组突出特征。例如,接合特征可包括由具有尖锐接合表面限定的第一组突出特征和由具有弯曲接合表面限定的第二组突出特征。

[0012] 此外或者替代地,第一组接合特征的接合特征可以具有构造成用于铲除斑块物质的第一形状,并且第二组接合特征的接合特征具有构造成用于刨削斑块物质的第二形状。例如,第一组接合特征可以具有构造成用于切割斑块物质的第一形状,第二组接合特征可以具有构造成用于刨削斑块物质的第二形状。在一个实施方式中,第一组接合特征的接合特征具有构造成用于切割斑块物质的第一形状,第二组接合特征的接合特征具有构造成用于刨削斑块物质的第二形状,第三组接合特征的接合特征具有构造成用于铲除斑块物质的第三形状。

[0013] 在所公开发明的又一示例性实施方式中,一种用于从血管中移除斑块物质的动脉粥样硬化切除术装置包括:导管,该导管具有限定开口的远侧边缘,该开口提供通向内管腔的入口;以及可激活牵引器,该牵引器包括柔性管,该柔性管覆盖远侧边缘的至少一部分并进入导管管腔,该柔性管具有外表面,该外表面包括一系列纵向间隔开的周向带,这些周向带具有构造成与斑块物质接合的接合特征,其中至少两个相邻带的接合特征彼此周向偏移,并且其中当牵引器被激活时,带依次经过导管远侧边缘,使得接合特征从远侧边缘突出,以接合斑块物质并将斑块物质引向导管管腔。

[0014] 非限制性地,每个带在带的每厘米长度可以具有三到五个接合特征,并且柔性管在柔性管的每厘米长度可以具有两到三个带。可以在具有接合特征的相应相邻带之间设置联接件,其中联接件可以沿柔性管的长度以周向偏移的模式、周向对齐的模式或两种模式皆有来布置。柔性管可以设置有紧固元件,这些紧固元件将柔性管耦接到设置在导管管腔中的拉动件。

[0015] 本文描述了所公开的发明的其他和进一步的方面和特征。

附图说明

[0016] 所附权利要求中具体阐述了本发明的新颖特征。通过参考下面的详细描述,将更好地理解本发明的特征和优点,下面的详细描述阐述了利用本发明原理的说明性实施方式,并且在附图中:

[0017] 图1A和图1B分别示出了导管的侧视图和剖视图。

[0018] 图2示出了带有牵引器的导管的侧视图,该牵引器具有抓取表面。

[0019] 图3A和图3B示出了指示各种牵引器特征的牵引器的透视图。

[0020] 图4A至图4I示出了用于形成牵引器的各种接合特征的各种切割图案的平面图。

[0021] 图5A和图5B示出了用于形成牵引器接合特征的不同激光切割操作。

[0022] 图6A和图6B示出了一种形成牵引器的接合特征的方法,该方法通过相对于牵引器的表面以一定角度进行切割(例如,在该实例中,使用激光),以在接合特征的一部分上形成锐角切割边缘。图6A示出了整个柔性管(例如,金属,例如镍钛诺或聚合物管)的视图,而图6B示出了放大的区域。

[0023] 图7示出了牵引器的剖视图,该牵引器具有带有锐角切割边缘的接合特征(不一定按比例绘制)。

[0024] 图8A和图8B示出了具有不同连接器布置的展开牵引器的平面图。

[0025] 图9示出了包括拉伸部分的牵引器的透视图。

[0026] 图10示出了具有多个开口和支柱网络的牵引器的切割图案的平面图。

[0027] 图11A至图11B示出了具有开口和支柱的支柱网络的一种变型的平面图,这些开口和支柱可以形成如本文所述的装置(例如动脉粥样硬化切除术装置)的牵引器部分。图11B示出了图11A的A部分的放大视图。

[0028] 图12示出了具有开口和支柱的支柱网络的一种变型的平面图,这些开口和支柱可以形成如本文所述的装置(例如动脉粥样硬化切除术装置)的牵引器部分。

[0029] 图13A至图13B示出了具有开口和支柱的支柱网络的变型的平面图,这些开口和支柱可以形成如本文所述的装置(例如动脉粥样硬化切除术装置)的牵引器部分。图13B示出了图13A的A部分的放大视图;图13A至图13B所示的尺寸仅作为一个实例,实际尺寸可以不同。

[0030] 图14A至图14B示出了具有开口和支柱的支柱网络的变型的平面图,这些开口和支柱可以形成如本文所述的装置(例如动脉粥样硬化切除术装置)的牵引器部分。图14A至图14B示出了图14A的B部分的放大视图;图14B所示的尺寸仅作为一个实例,实际尺寸可以不同。

[0031] 图15A至图15B示出了具有开口和支柱的支柱网络的变型的平面图,这些开口和支柱可以形成如本文所述的装置(例如动脉粥样硬化切除术装置)的牵引器部分。图15B示出了图15A的B部分的放大视图;图15A至图15B所示的尺寸仅作为一个实例,实际尺寸可以不同。

[0032] 图16A至图16B示出了具有开口和支柱的支柱网络的变型的平面图,这些开口和支柱可以形成如本文所述的装置(例如动脉粥样硬化切除术装置)的牵引器部分。图16B示出了图16A的B部分的放大视图;图16A至图16B所示的尺寸仅作为一个实例,实际尺寸可以不同。

[0033] 图17A至图17B示出了具有开口和支柱的支柱网络的变型的平面图,这些开口和支柱可以形成如本文所述的装置(例如动脉粥样硬化切除术装置)的牵引器部分。图17B示出了图17A的B部分的放大视图;图17A至图17B所示的尺寸仅作为一个实例,实际尺寸可以不同。

[0034] 图18A至图18B示出了具有开口和支柱的支柱网络的变型的平面图,这些开口和支柱可以形成如本文所述的装置(例如动脉粥样硬化切除术装置)的牵引器部分。图18B示出了图18A的B部分的放大视图;图18A至图18B所示的尺寸仅作为一个实例,实际尺寸可以不同。

[0035] 图19A至图19B示出了具有开口和支柱的支柱网络的变型的平面图,这些开口和支柱可以形成如本文所述的装置(例如动脉粥样硬化切除术装置)的牵引器部分。图19B示出了图19A的B部分的放大视图;图19A至图19B所示的尺寸仅作为一个实例,实际尺寸可以不同。

[0036] 图20A至图20B示出了具有开口和支柱的支柱网络的变型的平面图,这些开口和支柱可以形成如本文所述的装置(例如动脉粥样硬化切除术装置)的牵引器部分。图20B示出了图20A的B部分的放大视图;图20A至图20B所示的尺寸仅作为一个实例,实际尺寸可以不同。

[0037] 图21A至图21B示出了具有开口和支柱的支柱网络的变型的平面图,这些开口和支柱可以形成如本文所述的装置(例如动脉粥样硬化切除术装置)的牵引器部分。图21B示出了图21A的B部分的放大视图;图21A至图21B所示的尺寸仅作为一个实例,实际尺寸可以不同。

[0038] 图22A至图22B示出了具有开口和支柱的支柱网络的变型的平面图,这些开口和支柱可以形成本文所述的装置(例如动脉粥样硬化切除术装置)的牵引器部分。图22B示出了图22A的B部分的放大视图;图22A至图22B所示的尺寸仅作为一个实例,实际尺寸可以不同。

[0039] 图23A至图23B示出了具有开口和支柱的支柱网络的变型的平面图,这些开口和支柱可以形成如本文所述的装置(例如动脉粥样硬化切除术装置)的牵引器部分。图23B示出了图23A的B部分的放大视图;图23A至图23B所示的尺寸仅作为一个实例,实际尺寸可以不同。

[0040] 图24A至图24B示出了具有开口和支柱的支柱网络的变型的平面图,这些开口和支柱可以形成如本文所述的装置(例如动脉粥样硬化切除术装置)的牵引器部分。图24B示出了图24A的B部分的放大视图;图24A至图24B所示的尺寸仅作为一个实例,实际尺寸可以不同。

[0041] 图25示出了具有开口和支柱的支柱网络的另一种变型的平面图,这些开口和支柱可以形成本文所述的装置(例如动脉粥样硬化切除术装置)的牵引器部分。

具体实施方式

[0042] 本文描述了用于从血管移除阻塞物的基于导管的抓取装置。该装置可适用于血栓切除术和/或动脉粥样硬化切除术(例如,移除斑块)。血栓切除术是从血管中清除血凝块(也称为血栓)的过程。血凝块可含有血小板和红细胞等血液成分的组合。动脉粥样硬化切除术是从血管中移除动脉粥样化物质、也称为动脉粥样斑块(或简称斑块)的过程。动脉粥样化物质可含有退化性物质的积累物,退化性物质可包括巨噬细胞或碎片,含有脂质、钙和可变量的纤维结缔组织。

[0043] 血管阻塞的性质可具有很大差异。例如,一些血凝块可具有软果冻状稠度。更成熟的血凝块可具有更坚固的稠度,类似于小熊软糖。动脉粥样化物质的稠度可更加坚实,例如类似于蜡、口红甚至像硬糖一样坚硬。有些阻塞物可能非常大,尤其是在腿部等外围区域。在一些情况下,阻塞物可以长达几十厘米(例如,30cm)。其他阻塞物可以小得多,但如果阻塞物位于较小的血管内,仍可能阻碍血液流动。

[0044] 本文描述的抓取装置可以构造成捕获和移除具有大范围尺寸和稠度的血管阻塞物和/或斑块。抓取装置可以包括牵引器,该牵引器包括柔性管,该柔性管的材料使得以类似传送带运动的方式被拉入导管中时随着柔性管自身翻转而反向,同时。柔性管可以具有接合特征,该接合特征构造成以旋转运动方式从导管的远端突出。突出的接合特征可与阻塞物接合,并将阻塞物的至少一部分拉入导管中。在一些情况下,抓取装置构造成捕获整个阻塞物。在一些情况下,抓取装置构造成在捕获过程之前或期间将阻塞物破碎成更易处理的尺寸的碎片。可以选择接合特征的形状、尺寸和刚度,以便增加抓取装置的捕获效率,这可以至少部分地基于阻塞物的性质。

[0045] 抓取装置(例如动脉粥样硬化切除术装置)可以包括由支撑结构支撑的多个抓取

表面。在一些实施方式中,支撑结构包括导管。图1A和图1B分别示出了根据一些实施方式的导管101的侧视图和剖视图。导管的至少一部分可以是具有外表面109、内表面、和至少部分限定开口的边缘105(也称为边沿)的管。开口可以有任何形状和尺寸。例如,开口可以具有圆形、卵形或椭圆形形状。导管的长度和直径(外直径和/或内直径)可以根据应用要求而变化。例如,具有较小外直径的导管(导管OD 111)可适用于插入较小的血管,具有较大外直径的导管可适用于插入较大的血管。导管的开口可以提供进入导管内腔的入口。

[0046] 抓取装置100可以包括柔性材料(例如牵引器管),其可以构造成包裹外表面的至少一部分,并且至少部分地进入导管的内腔。在一些情况下,柔性材料构造成形成管状。图2示出了具有柔性管121的导管101的侧视图,该柔性管121可以是构造成拉动阻塞物的牵引器的一部分。柔性管可具有与导管外直径相关联的内直径(柔性管ID)。在一些情况下,柔性管直接接触导管的外表面。在一些情况下,柔性管和导管的外表面之间具有一个或多个中间层(例如,套管,未示出)。在一些情况下,导管的外表面和/或柔性管的内表面具有涂层(例如,低摩擦涂层)。涂层可以包括亲水涂层或润滑剂。在一些实施方式中,导管的外表面和/或柔性管的内表面具有平滑(例如,抛光)表面。例如,可以使用激光抛光工艺来使柔性管的一些部分平滑。

[0047] 柔性管可以是任何合适的长度。例如,柔性管可为3至100厘米(cm)长(例如,3至50cm、3至40cm、3至30cm、3至20cm、10至100cm、10至50cm、20至100cm、20至50cm等)。

[0048] 柔性管可具有第一端127,该第一端127可操作地与一个或多个拉动装置耦接,以在柔性管上施加拉动力。拉动装置(拉动件133)可以是线、杆、导管、管等)。拉动力135可使柔性管缩回到导管的内腔中,从而翻转柔性管的至少一部分。在一些情况下,拉动力包括真空力和/或一个或多个机械拉动件。在一些实施方式中,拉动件包括一根或多根线、导管和/或细绳。拉动件可以位于导管内和/或导管外。拉动件可以可操作地与驱动拉动力的一个或多个致动器和/或电机耦接。在一些变型中,第二拉动件(未示出)可以附接到第二端129,以允许柔性管在导管的远端上方(内/外)往复运动。第二拉动件可以是一根或多根线、管或套管等。力的大小可能因应用而异。在一些情况下,一个或多个致动器和/或电机配置成向柔性管的第一端施加小于300克(g)的力(例如,小于400g、小于300g、小于200g、小于100g、小于90g、小于80g、小于70g、小于60g、小于50g、小于10g的力等)。将柔性管收回到导管中所需的力通常是指使柔性管在导管远端上翻转所需的力;初始展开力(例如,将牵引器的端部释放到导管外部)可以大于收回导管所需的力(例如,大于100g、200g、300g、400g、500g、600g、700g、800g、900g、1000g、1500g、2000g的力等)。

[0049] 在操作期间,施加到柔性管的第一端127的拉动力135可导致柔性管越过导管的远端边缘,使得抓取表面从导管的远端边缘沿抓取方向延伸。当柔性管与阻塞物接触时,抓取表面123可以与阻塞物接合并将阻塞物拉向内腔。在一些变型中,拉动件可以推,或例如当使牵引器往复运动时可以推和拉。因此,柔性管可以充当牵引器,其与导管协作以在阻塞物上施加拉力。一旦至少一部分阻塞物被抓取装置充分固定,便可以将抓取装置从血管中取出,此时阻塞物固定在腔内,从而将阻塞物从血管中取出。在一些实施方式中,一旦从血管中取出,抓取装置配置成通过反转牵引器的方向(例如,在抓取方向139上)从内腔中释放阻塞物质137。例如,可向柔性管的第二端施加拉动力,从而使柔性管在与抓取方向相反的释放方向上在导管的边缘上翻转。

[0050] 在一些应用中,使用引导导管在血管的至少一部分内引导抓取装置。例如,抓取装置可以同轴地穿过引导导管的内腔插入。在这种情况下,抓取装置可以构造成以最小的摩擦在引导导管内进行跟踪/滑动。例如,柔性管的外表面(例如,与引导导管的内表面接触)可以包括一个或多个低摩擦涂层(例如,亲水涂层和/或润滑剂)。在一些情况下,可以在柔性管的外表面与引导导管的内表面之间设置一个或多个中间层(例如,套管)。在一些实施方式中,柔性管的外表面具有平滑(例如,抛光)表面。这种低摩擦特征可以允许抓取装置以很小的力向前、向后和/或轴向旋转(扭曲)。

[0051] 柔性管的抓取特征可以构造成以有助于捕获抓取装置内的阻塞物的方式与阻塞物接合。图3A和图3B示出了根据一些实施方式的不同柔性管的透视图。抓取特征306可以包括一系列带(也称为箍308或排),这些带通过连接器310(也称为带连接器、箍连接器或排连接器或联接件)彼此连接。箍可包括多个接合特征,这些接合特征构造成与阻塞物接合。图3B示出了柔性管的一部分,该部分每厘米具有七(7)个连续箍312,且每箍周长具有二十(20)个接合特征306。给定箍内的至少一些接合特征可构造成当箍在导管的边缘305上翻转时从导管301的远端突出。柔性管的第一端和/或第二端329可以包括一个或多个紧固元件316,紧固元件316构造成便于柔性管与一个或多个拉动和/或推动连接器(例如,线、细绳、管等)耦接。紧固元件可以对应于从柔性管(例如,从其中一个箍)延伸的指状物,并且包括构造成接收拉动和/或推动连接器的一个或多个开口。

[0052] 柔性管可以由任何类型的材料形成,例如纤维材料(例如,天然纤维和/或合成纤维)、聚合物材料和/或金属材料。金属材料可以包括金属合金和/或纯金属材料。在一些情况下,可以根据材料的硬度或延展性来选择材料的类型。各种接合特征、箍、箍连接器和/或紧固元件可以使用任何工艺形成。在一些实施方式中,使用激光切割工艺,该工艺可以提供小尺寸的精确切割。激光切割工艺可涉及将激光束对准材料(例如,金属或塑料)片或管,以在材料片或材料管上切割出开口(例如,孔和/或狭缝)图案。开口之间的材料形成支柱网络,其中至少一些支柱对应于牵引器的接合特征。如果材料是片状的,则可以使用任何技术(例如,焊接、熔化、胶粘等)将片材卷成管状,其中片材的端部耦接在一起)。

[0053] 图10示出了具有多个开口1044和支柱1043的网络的柔性管的切割图案的平面图。图11A至图25示出了具有不同尺寸和形状的开口和支柱的各种支柱网络的平面图。支柱可以形成执行各种功能的结构网络。例如,参考图11A和图11B的插图,支柱可以形成箍1108、箍连接器1110、接合特征1106和紧固元件1116、1116'。开口1151和支柱可以具有任何形状。开口1151和/或支柱的形状可以至少部分地决定柔性管如何移动、塌缩、压缩、膨胀等。在一些实施方式中,开口的形状对应于狭缝(切口)、多边形(例如,菱形、三角形、正方形、矩形、五边形和/或六边形)、圆形、卵形、椭圆形或不规则形状。支柱的形状和尺寸与接合特征对应,可以至少部分地决定接合特征如何与阻塞物相互作用(例如,铲起、刨削、切割等)。

[0054] 接合特征的尺寸和形状可以构造成以规定的方式与阻塞物接合,这可部分取决于阻塞物的特性。在一些实施方式中,接合特征的形状与刨削器、拨杆、针、匕首、长矛、柳叶刀、镰刀、尖头或矛一致,可以提供刨削动作。在一些实施方式中,接合特征的形状与铲斗、刮刀、铲子或勺子一致,可以提供铲起或刮除动作。在一些实施方式中,接合特征的形状与刀片、切割器或刀一致,可以提供切割动作(例如,用于使阻塞物破碎)。提供各种接合作(例如,铲起、刮除、刨削和/或切割)的接合特征可有效地捕获一些阻塞物。

[0055] 根据一些实施方式, 接合特征通过在片材或管上切割出规定图案的开口(例如, 孔和/或狭缝)来形成。图4A至图4I示出了根据一些实施方式的用于形成具有不同形状和尺寸的接合特征的各种切割图案的平面图。图4A和图4C至图4I示出了用于形成具有尖锐接合表面的接合特征的各种锯齿形切割图案的实例。图4B示出了用于形成具有弯曲接合表面的接合特征的切割图案的实例。更尖锐的接合表面可以提供更多的刨削和/或切割动作, 而更弯曲的接合特征可以提供更多的铲起或铲取动作。接合特征锐度可以部分取决于特征切口的宽高比。参考图4D, 例如, 接合特征的宽高比可以指其宽度475除以其高度477。与具有较低宽高比的接合特征相比, 具有较高宽高比的接合特征可以提供更多的刨削动作。图4C示出了提供接合特征的实例切割图案, 该接合特征具有第一部分471和第二部分473, 第一部分471具有第一宽高比, 第二部分473具有不同于(例如, 大于)第一宽高比的第二宽高比。

[0056] 在一些情况下, 牵引器具有不同形状和尺寸的接合特征。例如, 图4H示出了用于形成具有第一类型481和第二类型479的接合特征的箍(排)的切割图案, 其中第一类型和第二类型的接合特征的形状(例如, 宽高比)不同。牵引器可以包括具有多种不同形状和尺寸的接合特征的任意组合。例如, 箍可以包括尖锐接合特征(例如, 图4A和图4C至图4I)和弯曲接合特征(例如, 图4B)的任意组合。在一些情况下, 牵引器包括具有第一类型接合特征(例如, 具有第一形状和/或尺寸)的第一箍和具有第二类型接合特征(例如, 具有第二形状和/或尺寸)的第二箍。在一些情况下, 牵引器包括具有第一组合的不同形状和尺寸接合特征的第一箍, 以及具有第二组合的接合特征的第二箍。在一些实施方式中, 接合特征包括辅助特征483, 例如突出的倒钩、孔、小孔和/或小块, 这些辅助特征可以促进与阻塞物的接合。图4I示出了具有突出倒钩的接合特征的实例。

[0057] 可以修改用于在管/片材上切割出各种开口的激光切割路径, 以影响接合特征的抓取特性。图5A和5B示出了根据一些实施方式的激光切割操作的剖视图。图5B示出了图5A的特写视图。激光束508可以相对于管/片材的表面以基本垂直的角度对准管/片材510。由此产生的支柱/接合特征将具有大致90度的切割边缘512。图6A和6B示出了根据另一个实施方式的激光切割操作的剖视图, 其中激光束608相对于管/片材的表面以非垂直角度612、612' (例如, 5、10、20、30、40、45、50、60、70、80、85、95、100、110、120、130、135、140、150、160、170或175度)对准管/片材610。由此产生的支柱/接合特征将具有相应的非垂直边缘。该过程可用于形成具有锐角切割边缘的接合特征, 其中锐角切割边缘的角度小于90度(例如, 5、10、20、30、40、45、50、60、70、80、85或89度)。

[0058] 图7示出了牵引器721围绕导管边缘旋转(例如翻转)时的剖视图, 其中牵引器721具有接合特征706, 接合特征706具有锐角切割边缘714(以远端开口718处的剖面716、716'示出)。当将柔性管安装在导管上时, 锐角切割边缘可以沿着导管的纵向轴线对齐。当牵引器被激活时, 锐角切割边缘与阻塞物的相互作用不同于垂直切割边缘。与垂直切割边缘相比, 锐角切割边缘可以产生更尖锐的接合特征和更有效的抓取表面。在一些情况下, 与垂直切割边缘相比, 锐角切割边缘提供更多的刮擦作用, 该刮擦作用对于刮擦阻塞物的表面更有效。在一些情况下, 与垂直切割边缘相比, 锐角切割边缘提供了更多的刨削动作, 该刨削动作对于刨削阻塞物更有效。在一些情况下, 与垂直切割边缘相比, 锐角切割边缘为牵引器提供了更高的抓取强度。

[0059] 根据一些实施方式, 激光切割技术用于在管/片材上形成非常小的切口或狭缝。例

如,激光束可用于形成宽度为0.001英寸或更小(例如,0.0009、0.0008、0.0005或0.0001英寸)的切口/狭缝。管/片材的特征(例如接合特征)之间的开口可以相应地间隔开。形成非常小的切口/狭缝而不是更大的开口使得可以形成牵引器的各种特征(例如接合特征),而不会对牵引器的表面造成实质性的损坏。此外,形成非常小的切口/狭缝提高了形成牵引器的效率。此外,形成非常小的切口/狭缝可以基本上不供去除材料,这可以节省制造过程的成本。

[0060] 在一些情况下,箍连接器的布置构造成在操作过程中为牵引器提供规定的灵活性。图8A和图8B示出了具有两种不同箍连接器810、810'布置的展开牵引器的平面图。如本文所用,箍808可以指一排接合构件806、806'。在一些变型中,接合构件(接合特征)的“排”是围绕柔性管体盘旋的单个连续排。在图8A中,联接件(例如箍连接器)同相排列(每个箍/圆周三个),其中给定箍的每个箍连接器之间具有三个接合特征。在图8B中,每个箍/圆周有三个箍连接器,并且给定箍的每个箍连接器之间有三个接合特征(类似于图8A),但是箍连接器彼此异相。也就是说,相邻箍的至少一些箍连接器不沿同一平面排列。图8A和图8B的牵引器的柔性(例如,可折叠性)可以不同,使得使牵引器围绕导管边缘翻转所需的拉动力将不同。在一些应用中,所需的拉动力被最小化。

[0061] 在一些应用中,抓取装置可以与一个或多个用于移除阻塞物的其他装置结合使用。回到图3A,例如,当接合特征在导管边缘上翻转时,接合特征可突出超过导管边缘。当接合特征向外突出时,其可以以在堵塞物内形成应力集中线的方式“刻划/蚀刻/纹理化”堵塞物。这些应力集中线可以利用例如用于进一步扩张血管的血管成形术球囊来改善移除堵塞物后的流动动力学(边界层)。例如,纹理/刻痕可有助于高度钙化的斑块在较小的球囊压力下裂开,并产生更均匀的血管扩张。接合特征从导管边缘突出的程度可以对应于堵塞物上的刻痕程度。控制接合特征从导管边缘突出的程度的一种方式控制接合特征的材料尺寸(例如,高度)和/或刚度(延展性)。

[0062] 导管可以具有设计特征,例如柱强度、扭矩传递、在导丝上行进的能力、通过高度弯曲(曲折)的血管到达小血管中的远距离治疗部位的能力。根据一些实施方式,牵引器构造成允许导管在血管内移动和受引导,而几乎不受牵引器存在的阻碍。例如,牵引器可以构造成允许导管正常弯曲和扭转,以便通过小的弯曲半径(急弯)。可以选择牵引器的特性,以防止或最小化导管在受引导通过血管时的运动障碍。例如,与壁厚较大的牵引器相比,壁厚较小的牵引器可以增加导管的可操作性。仅与导管的厚度相比,外形较小的牵引器可使抓取装置的厚度仅、增加非常小。具体地,与仅导管相比,薄牵引器可仅最小程度地增加抓取装置的外直径和内直径。这可允许抓取装置在血管内操作,同时使对血管和周围组织的损伤最小化。此外,用于将抓取装置引入患者体内的进入孔也将最小化。也就是说,使用外径较小的导管(如法国尺寸)的导管技术可以转化为侵入性较小的手术。

[0063] 牵引器的材料可能会影响抓取装置的操作。例如,由更具延展性的材料制成的牵引器在操作过程中受到力的作用时能够弯曲并改变形状。例如,施加在牵引器上的拉动力可以拉伸支柱网络,使得一些箍、接合特征和/或箍连接器沿着导管的纵向轴线变得伸长。在一些情况下,与阻塞物的接合可能导致接合特征的形状改变。在某些应用中,优选地使用延展性更好的牵引器。例如,在操作过程中,可能希望牵引器的一部分从压缩形式转变成更伸长的(拉伸)形式。图9示出了牵引器的透视图,该牵引器包括拉伸部分980和压缩部分

982,其中当施加拉动力时,牵引器材料的延展性导致一些箍变得伸长。这可允许牵引器在伸长状态下变形至较小的直径,从而便于牵引器进入导管的内腔。在一些应用中,优选具有较硬的牵引器。例如,可能希望牵引器在操作过程中严格保持其尺寸。在一些实施方式中,由钢或钢合金制成的牵引器比由更硬的合金(如镍钛)制成的牵引器更具延展性。

[0064] 牵引器可以构造成以规定的方式与导管相互作用。在一些实施方式中,在安装到导管上之前,牵引器的柔性管的内直径等于或略小于(尺寸小于)导管的外直径,使得牵引器在安装时紧贴导管表面。尺寸较小的柔性管可以在牵引器和导管之间提供最大的连通,使得牵引器通过导管稳定,并相对于导管保持在相对固定的位置,直到施加足够高的拉动力。在一些情况下,内直径比导管外直径大0.001英寸或更小(例如,大0.0009、0.0008、0.0007、0.0006或0.0005英寸)的牵引器可以提供戴手套式配合。在一些实施方式中,牵引器的柔性管比导管的外直径大很多,使得牵引器与导管之间的摩擦最小,从而减小使牵引器在导管边缘上翻转所需的力(翻转力)。在一些情况下,内直径比导管外直径大0.001英寸以上(例如,大0.0011、0.002、0.003、0.005、0.01或0.1英寸)的牵引器可以为牵引器提供最小所需翻转力。在一些实施方式中,柔性管的第一部分的内直径比导管的外直径大0.001英寸或更小,柔性管的第二部分的内直径比导管的外直径大0.001英寸以上。在某些应用中,各种牵引器内直径的这种组合可以以最小所需翻转力提供最佳稳定性。

[0065] 在一些实施方式中,柔性管的不同部分可以处于各种压缩和扩展状态。压缩和扩展状态可以与不同量的存储能量相关联。美国专利申请公开第2018/0070968A1号中描述了不同压缩和扩展状态的实例,该申请的全部内容通过引证方式并入本文。处于压缩和扩展状态的柔性管(或柔性管的一部分)可以具有不同的外直径和/或内直径。例如,处于扩展状态的柔性管(或其一部分)的内直径可以是导管外直径的1.5倍或更大(例如,1.6、1.7、1.8、1.9、2.0、2.5、3.0或4.0倍或更大)。在这种情况下,扩展的直径可以增加抓取装置的抓取能力。在一些实施方式中,相对于导管的外直径,柔性管的外直径每次翻倍,抓取能力可增加至少四倍。在一些应用中,柔性管(或其部分)的外直径构造成当从压缩状态释放时扩展。在这种情况下,抓取装置可由输送护套限制,以保持柔性管的外直径,直至使用(扩展)。

[0066] 在一些情况下,柔性管包括可用于识别抓取装置在血管内的位置的一个或多个标记。在一些情况下,标记由不透射线的材料制成,可以使用辐射透射成像来检测。标记可以是箍和支柱的网络的一部分,或者可以是添加至柔性管的单独构件。在一些实施方式中,标记是作为抓取装置的一部分的带。在一些情况下,标记位于导管内腔中的柔性管的近端附近。美国专利申请公开号2018/0070968A1和美国专利公开号10,028,759B2中描述了标记的实例,这两个专利的内容通过引证整体并入本文。

[0067] 表1总结了抓取装置的一些性质如何影响抓取装置的各种功能。

[0068] 表1

对抓取装置的影响						
性质	翻转力	致密阻塞物抓取强度	软阻塞物抓取强度	导管跟踪性 (翻转前)	导管外部的稳定性/耐用性 (翻转前)	不透射线性
材料						
•钢 (304)	较高	增大	无影响	良好	最佳	增大
•镍钛	较小	减小	无影响	更佳	良好	减小
壁厚						
•较厚	增大	增大	减小	更差	增大	增大
•较薄	减小	减小	增大	更佳	减小	减小
箍数量/厘米长度						
•增大	无影响	减小	增大	更佳	增大	无影响
•减小	无影响	增大	减小	更差	减小	无影响
波形数量/厘米						
•增大	减小	减小	增大	无影响	无影响	无影响
•减小	增大	增大	减小	无影响	无影响	无影响
连接器的数量/每周长						
•增大	无影响	减小	增大	减小	增大	无影响
•减小	无影响	增大	减小	增大	减小	无影响
箍连接对准	影响最小	减小	最小	减小	无影响	无影响
接合特征高度						
•更高	无影响	显著增大	增大	减小	无影响	无影响
接合特征尖端形状 (尖锐)	无影响	增大	无影响	无影响	影响最小	无影响
接合特征宽度 (更宽)	增大	最小	增大	无影响	影响最小	增大
近侧标记 (更大)	无影响	无影响	无影响	无影响	无影响	增大
偏离轴线激光割 (非垂直)	无影响	无影响	无影响	无影响	无影响	无影响

[0071] 关于材料类型,表1表明,在一些情况下,与由延展性较小的材料(镍钛合金)制成的牵引器相比,由延展性相对较高的材料(SAE 304不锈钢)制成的牵引器(柔性管)可使抓取装置具有较高的致密阻塞物抓取强度、较高的稳定性/耐用性和较高的不透射线性。表1表明,在一些情况下,与由刚性较小的材料(SAE 304不锈钢)制成的牵引器相比,由刚性较大的材料(镍钛合金)制成的牵引器可使抓取装置所需的翻转力较小且导管跟踪性(允许导

管自由移动的能力)提高。表1表明,在一些情况下,对于抓取软阻塞物而言,牵引器材料对抓取装置的抓取强度基本上没有影响。

[0072] 关于牵引器的壁厚,表1表明,在一些情况下,与壁厚相对较小的牵引器相比,壁厚相对较大的牵引器(柔性管)可使抓取装置具有较高的致密阻塞物抓取强度、较高的稳定性/耐用性、和较高的不透射线性。表1表明,在一些情况下,与壁厚相对较小的牵引器相比,壁厚相对较大的牵引器可使抓取装置所需翻转力较小,软阻塞物抓取强度较高、且导管跟踪性提高。

[0073] 关于箍的密度,表1表明,在一些情况下,与箍密度较小的牵引器相比,箍密度较大(每厘米长度箍数量较多)的牵引器可以使抓取装置具有较高的软阻塞物抓取强度,导管跟踪性提高、且具有较高的稳定性/耐用性。表1表明,在一些情况下,与箍密度较大的牵引器相比,箍密度较小的(每厘米长度箍数量较少)的牵引器可使抓取装置具有较高的致密阻塞物抓取强度。表1表明,在一些情况下,箍密度对抓取装置的翻转力和不透射线性基本上没有影响。

[0074] 关于接合特征的密度,表1表明,在一些情况下,与接合特征密度较小的牵引器相比,接合特征密度较大(每厘米接合特征的数量更多)的牵引器可使抓取装置所需翻转力较小、且具有较高的软阻塞物抓取强度。表1表明,在一些情况下,与接合特征密度较大的牵引器相比,接合特征密度较小(每厘米接合特征的数量较少)的牵引器可使抓取装置具有较高的致密阻塞物抓取强度。表1表明,在一些情况下,接合特征的密度对抓取装置的导管跟踪性、稳定性/耐用性、和不透射线性基本上没有影响。

[0075] 关于箍连接器的密度,表1表明,在一些情况下,与箍连接器密度较小的牵引器相比,箍连接器密度较大(沿牵引器周长的箍连接器数量较多)的牵引器可使抓取装置所需翻转力较小、且具有较高的软阻塞物抓取强度以及较高的稳定性/耐用性。表1表明,在一些情况下,与箍连接器密度较大的牵引器相比,箍连接器密度较小(沿牵引器周长的箍连接器数量较少)的牵引器可使抓取装置具有较高的致密阻塞物抓取强度、且导管跟踪性提高。表1表明,在一些情况下,箍连接器的密度对抓取装置的翻转力和不透射线性基本上没有影响。

[0076] 关于箍连接器的布置,表1表明,在一些情况下,与有较少箍连接器对齐(相对于彼此偏移而言)的牵引器相比,有较多箍连接器对齐的牵引器可以降低致密阻塞物抓取强度并降低导管跟踪性。表1表明,在一些情况下,有较多或较少箍连接器对齐的牵引器对牵引器的翻转力和抓取装置的软阻塞物抓取强度的影响最小。表1表明,在一些情况下,有较多或较少箍连接器对齐的牵引器对抓取装置的稳定性/耐用性和不透射线性基本上没有影响。

[0077] 关于接合特征的高度,表1表明,在一些情况下,与接合特征高度较小的牵引器相比,接合特征高度较大(更高)的牵引器可以显著增加对致密阻塞物的抓取强度,并增加对软阻塞物的抓取强度。表1表明,在一些情况下,牵引器接合特征的高度对抓取装置的翻转力、稳定性/耐用性、和不透射线性基本上没有影响。

[0078] 关于接合特征的形状,表1表明,在一些情况下,具有更尖锐的接合特征(例如,更锋利)的牵引器可以显著增加对致密阻塞物的抓取强度,并且对抓取装置的稳定性/耐用性的影响最小。表1表明,在一些情况下,牵引器接合特征的尖锐性(锋利度)对抓取装置的翻转力、软阻塞物抓取强度、导管跟踪性、和不透射线性基本上没有影响。

[0079] 关于近端标记,表1表明,在一些情况下,在柔性管近端处或附近具有不透射线标记的牵引器对抓取装置的翻转力、致密或软阻塞物的抓取强度、导管跟踪性、和稳定性/耐用性基本上没有影响。

[0080] 关于接合特征的切割边缘的剖面角度,表1表明,在一些情况下,接合特征具有更多锐角切割边缘(例如,小于90度)的牵引器可对抓取装置的翻转力、致密或软阻塞物的抓取强度、导管跟踪性、稳定性/耐用性和不透射线性基本上没有影响。

[0081] 根据一些实施方式,用于从血管有效捕获阻塞物的抓取装置的牵引器每厘米(cm)长度具有3至5个接合特征、每厘米长度具有2至3个箍,且每箍周长每毫米(mm)具有0.5个接合特征。

[0082] 实例1

[0083] 抓取装置根据以下规格制造:

[0084]	材料	SAE 304 不锈钢
	牵引器壁厚	0.001 英寸
	牵引器外直径	1.64mm (0.64 英寸)
	牵引器内直径	1.6mm (0.62 英寸)
	接合特征高度	3mm
	接合特征宽度	0.0015 英寸
	箍密度	每厘米 3 个箍
	接合特征密度	每箍周长 18 个接合特征
	箍连接器布置	重复箍 1 和 2 的布置, 其中: 箍 1: 3 个连接器等间距隔开 (每个箍连接器之间具有 5 个接合特征) 箍 2: 相对于箍 1 而言, 3 个连接器偏移 3 个接合特征; 每周长 18 个接合特征

[0085] 实例2

[0086] 抓取装置根据以下规格制造:

[0087]	材料	镍钛合金
	牵引器壁厚	0.001 英寸
	牵引器外直径	1.64mm (0.64 英寸)
	牵引器内直径	1.6mm (0.62 英寸)
	接合特征高度	3mm
	接合特征宽度	0.002 英寸
	箍密度	每厘米 3 个箍
	接合特征密度	每箍周长 18 个接合特征
	箍连接器布置	重复箍 1 和 2 的布置, 其中: 箍 1: 3 个连接器等间距隔开 (每个箍连接器之间具有 5 个接合特征)

[0088]		箍 2: 相对于箍 1 而言, 3 个连接器偏移 3 个接合特征; 每周长 18 个接合特征
--------	--	--

[0089] 实例3

[0090] 抓取装置根据以下规格制造:

	材料	SAE 304 不锈钢
	牵引器壁厚	0.00075 英寸
	牵引器外直径	1.64mm (0.64 英寸)
	牵引器内直径	1.6mm (0.625 英寸)
	接合特征高度	3mm
	接合特征宽度	0.002 英寸
[0091]	箍密度	每厘米 3 个箍
	接合特征密度	每箍周长 18 个接合特征
	箍连接器布置	重复箍 1 和 2 的布置, 其中: 箍 1: 3 个连接器等间距隔开 (每个箍连接器之间具有 5 个接合特征) 箍 2: 相对于箍 1 而言, 3 个连接器偏移 3 个接合特征; 每周长 18 个接合特征

[0092] 本文描述的任何方法(包括与用户界面相关联的方法)可以实现为软件、硬件或固件,并且可以描述为存储能够由处理器(例如,计算机、平板电脑、智能手机等)执行的一组指令的非暂时性计算机可读存储介质,当该组指令由处理器执行时,使处理器控制执行任何步骤,包括但不限于:显示、与用户通信、分析、修改参数(包括定时、频率、强度等)、确定、警告等。

[0093] 在本文中,当称一个特征或元件位于另一个特征或元件“上方”时,其可以直接位于另一个特征或元件上,或者也可以存在中间特征和/或元件。相反,当称一个特征或元件“直接位于”另一个特征或元件“上方”时,不存在中间特征或元素。还应当理解,当称一个特征或元件“连接”、“附接”或“耦接”至另一个特征或元件时,其可以直接连接、附接或耦接到另一个特征或元件,或者可以存在中间特征或元件。相反,当称一个特征或元件“直接连接”、“直接附接”或“直接耦接”至另一个特征或元件时,不存在中间特征或元件。尽管已经针对实施方式进行了描述或示出,但是所描述或示出的特征和元件也可以应用于其他实施方式。本领域技术人员还将理解,当提到一个结构或特征“邻近”另一特征设置时,该结构或特征的一些部分可以与邻近特征重叠或位于邻近特征下方。

[0094] 本文使用的术语仅用于描述特定实施方式,并不旨在限制本发明。例如,如所使用的,单数形式“一个”、“一”和“该”意在也包括复数形式,除非上下文清楚地有相反指示。将进一步理解,本说明书中使用的术语“包括”和/或“包含”指定存在所陈述的特征、步骤、操作、元件和/或组件,但是不排除存在或添加一个或多个其他特征、步骤、操作、元件、组件和/或其组。如本文所使用,术语“和/或”包括一个或多个相关列出项目的任何和所有组合,

并且可以缩写为“/”。

[0095] 为了便于描述,本文可以使用空间上相对的术语,例如“下”、“下方”、“下部”、“上”、“上部”等来描述一个元件或特征与图中所示的另一个元件或特征的关系。应当理解,除了附图中所示的方位之外,空间上相对的术语旨在包括使用或操作中的装置的不同方位。例如,如果图中的设备倒置,则描述为在其他元件或特征“之下”或“下方”的元件将定向为在其他元件或特征“之上”。因此,示例性术语“下方”可以包括上方和下方的方位。该设备可以以其他方式定向(旋转90度或在其他方向),并且本文使用的空间相对描述符相应地进行解释。类似地,术语“向上”、“向下”、“竖直”、“水平”等在此仅用于解释的目的,除非特别指出。

[0096] 尽管术语“第一”和“第二”在本文中可用于描述各种特征/元件(包括步骤),但是这些特征/元件不应受这些术语的限制,除非上下文另有说明。这些术语可用于区分一个特征/元件和另一个特征/元件。因此,在不脱离本发明教导的情况下,下面讨论的第一特征/元件可以称为第二特征/元件,并且类似地,下面讨论的第二特征/元件可以称为第一特征/元件。

[0097] 在本说明书和随后的权利要求中,除非上下文另有要求,否则词语“包括”,以及“包含”和“含有”是指各种组件可以在方法和物品(例如,包括装置和方法的组合物和装置)中共同使用。例如,术语“包括”应理解为暗示包括任何陈述的元件或步骤,但不排除任何其他元件或步骤。

[0098] 总的来说,本文描述的任何装置和方法应该理解为是包含性的,但是组件和/或步骤的全部或子集可以替代地是排他性的,并且可以表达为“由”或替代地“基本上由”各种组件、步骤、子组件或子步骤组成。

[0099] 如在说明书和权利要求书中所使用的,包括在实施方式中所使用的,除非另有明确说明,所有的数字都可以理解为以术语“大约”或“近似”开头,即使该术语没有明确出现。当描述量值和/或位置时,可以使用短语“大约”或“近似”来指示所描述的值和/或位置在合理的预期值和/或位置范围内。例如,数值可以具有规定值(或值范围)的 $\pm 0.1\%$ 、规定值(或值范围)的 $\pm 1\%$ 、规定值(或值范围)的 $\pm 2\%$ 、规定值(或值范围)的 $\pm 5\%$ 、规定值(或值范围)的 $\pm 10\%$ 等。

[0100] 本文给出的任何数值也应理解为包括大约或近似该值,除非上下文另有说明。例如,如果公开了值“10”,则也公开了“大约10”。本文所述的任何数值范围旨在包括其中包含的所有子范围。还应当理解,当公开值时,也公开了“小于或等于”该值、“大于或等于该值”以及这些值之间的可能范围,如本领域技术人员适当理解的那样。例如,如果公开了值“X”,则也公开了“小于或等于X”以及“大于或等于X”(例如,其中X是数值)。还应当理解,在整个申请中,数据以多种不同的格式提供,并且该数据表示端点和起点,以及数据点的任何组合的范围。例如,如果公开了特定数据点“10”和特定数据点“15”,则应当理解,大于、大于或等于、小于、小于或等于以及等于10和15以及10和15之间的数值被认为是公开的。还应当理解,还公开了两个特定单元之间的每个单元。例如,如果公开了10和15,则也公开了11、12、13和14。

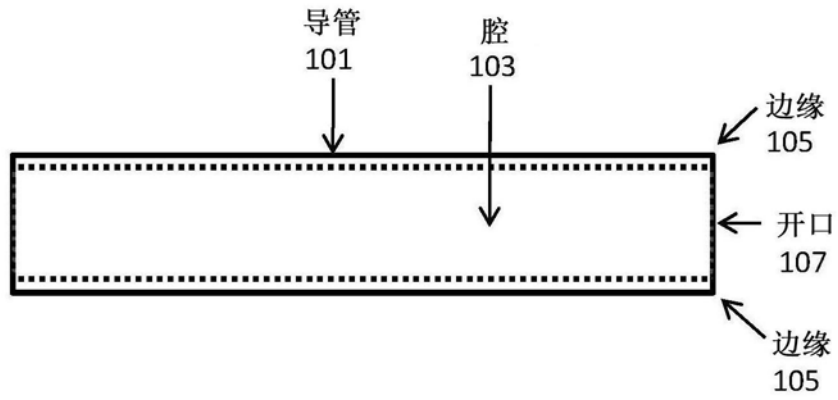


图1A

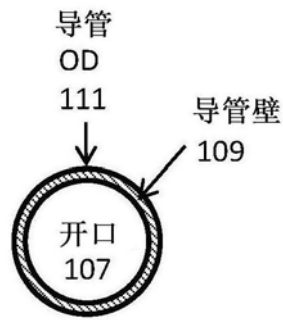


图1B

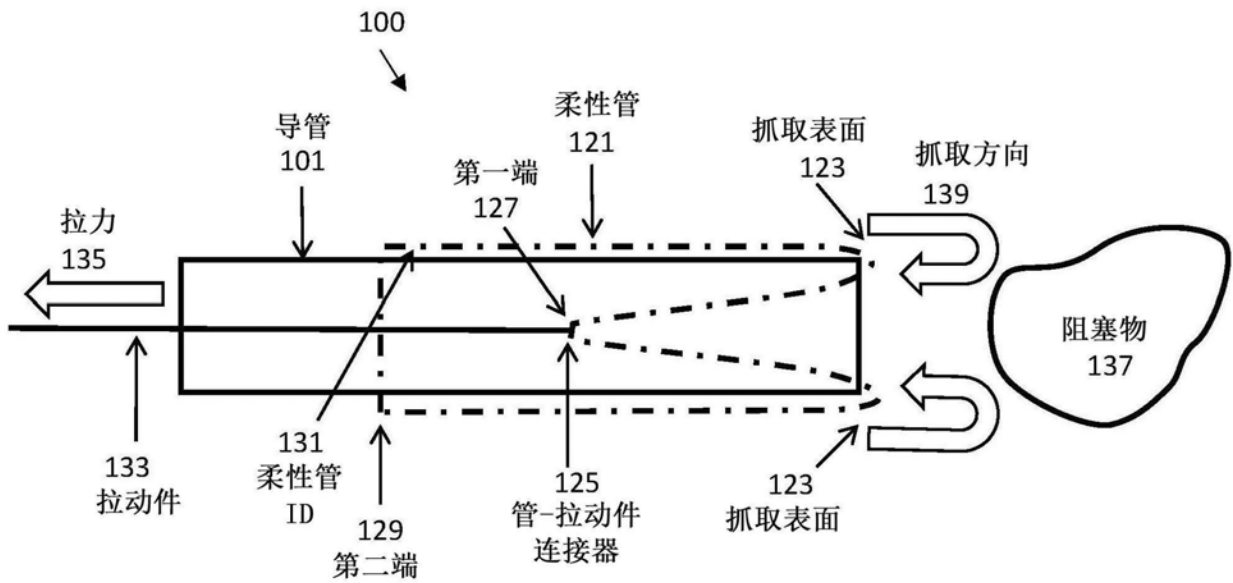


图2

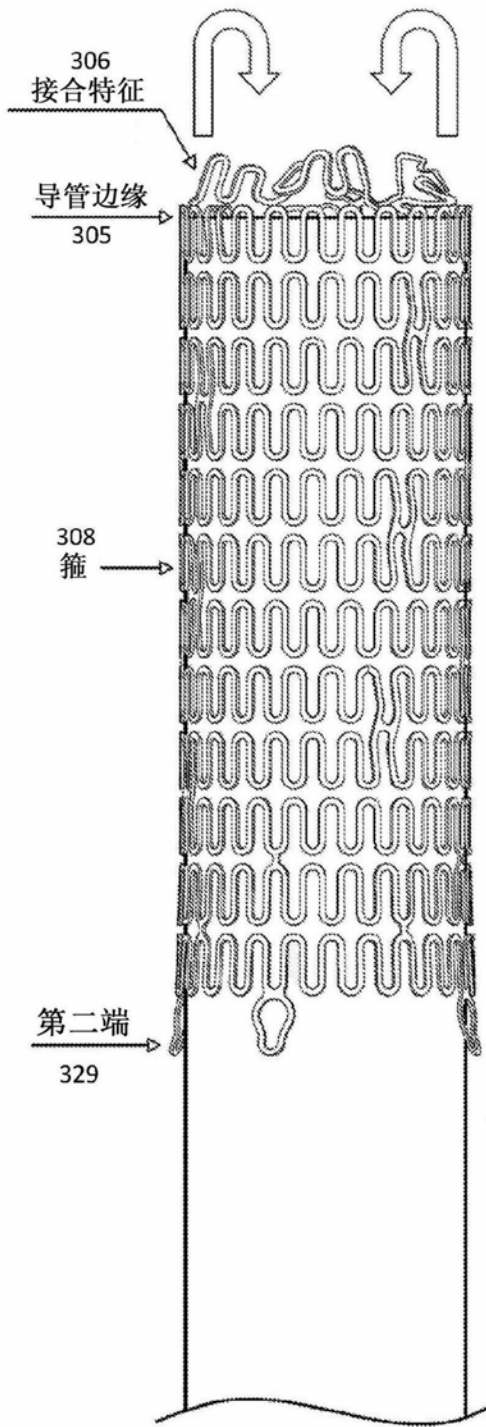


图3A

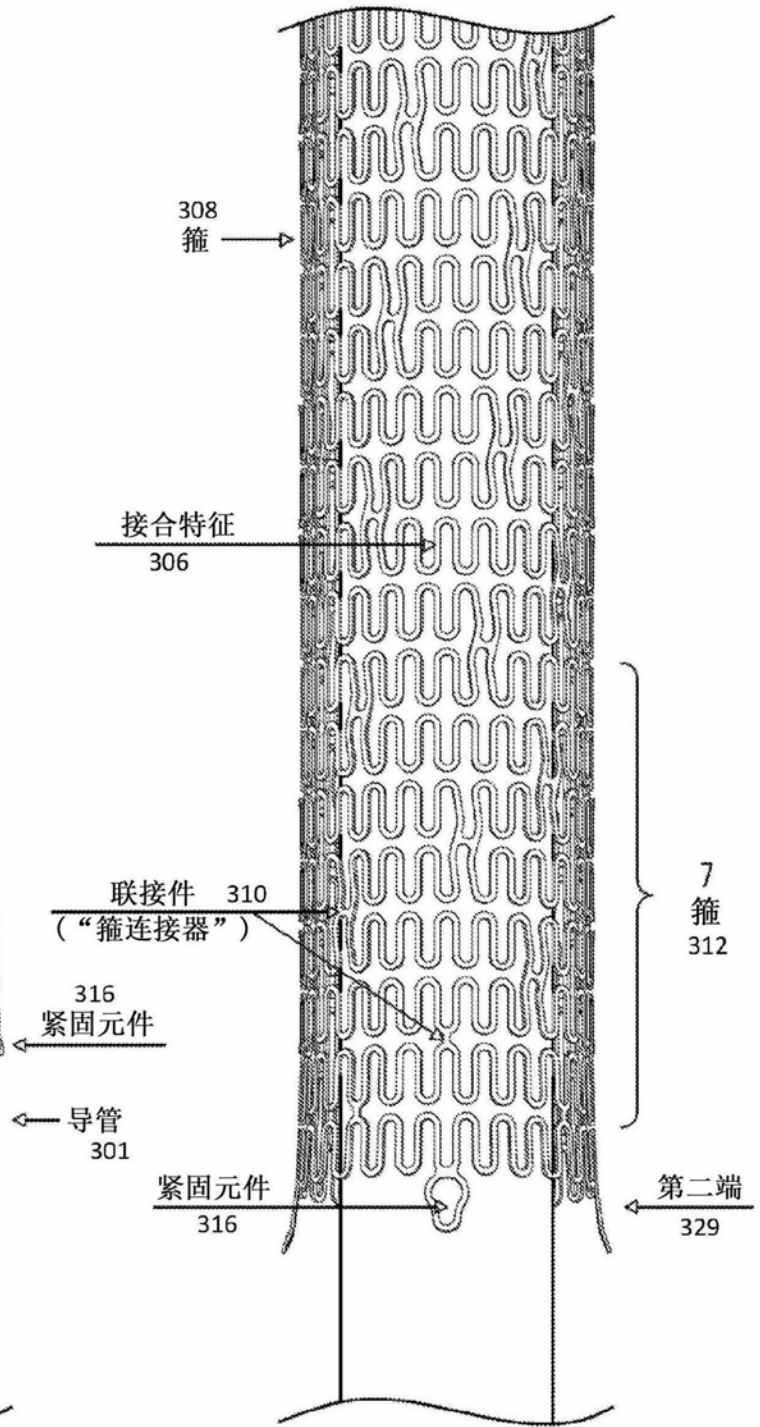


图3B

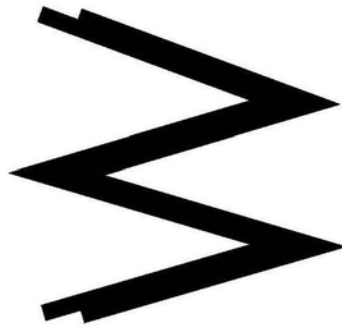


图4A



图4B

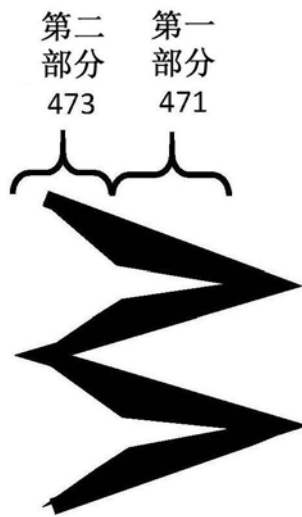


图4C

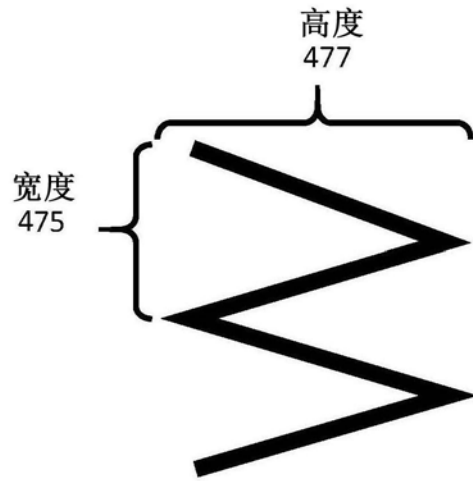


图4D

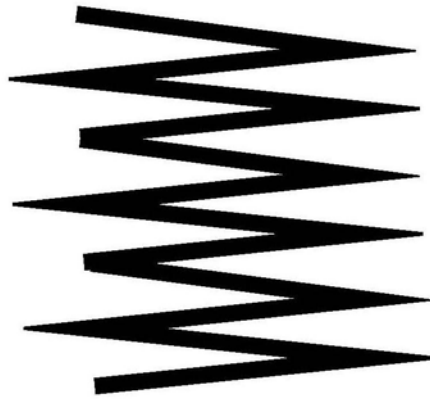


图4E

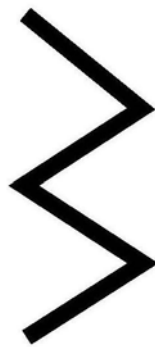


图4F

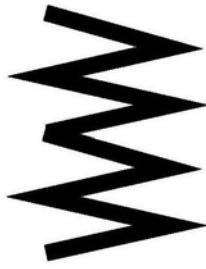


图4G

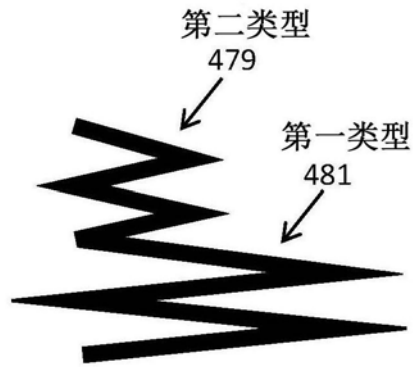


图4H



图4I

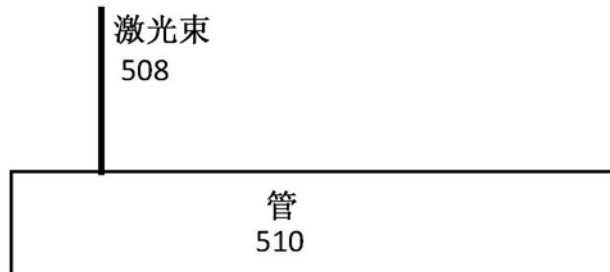


图5A

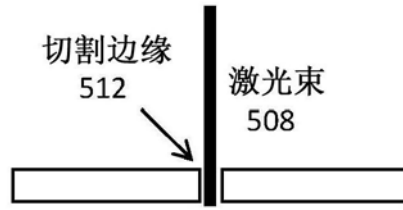


图5B



图6A

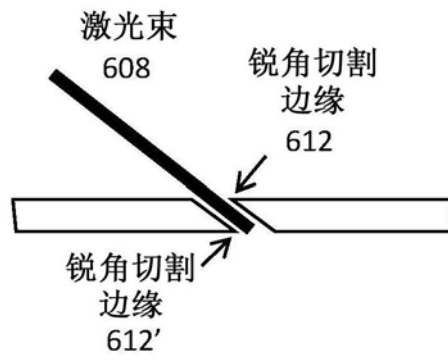


图6B

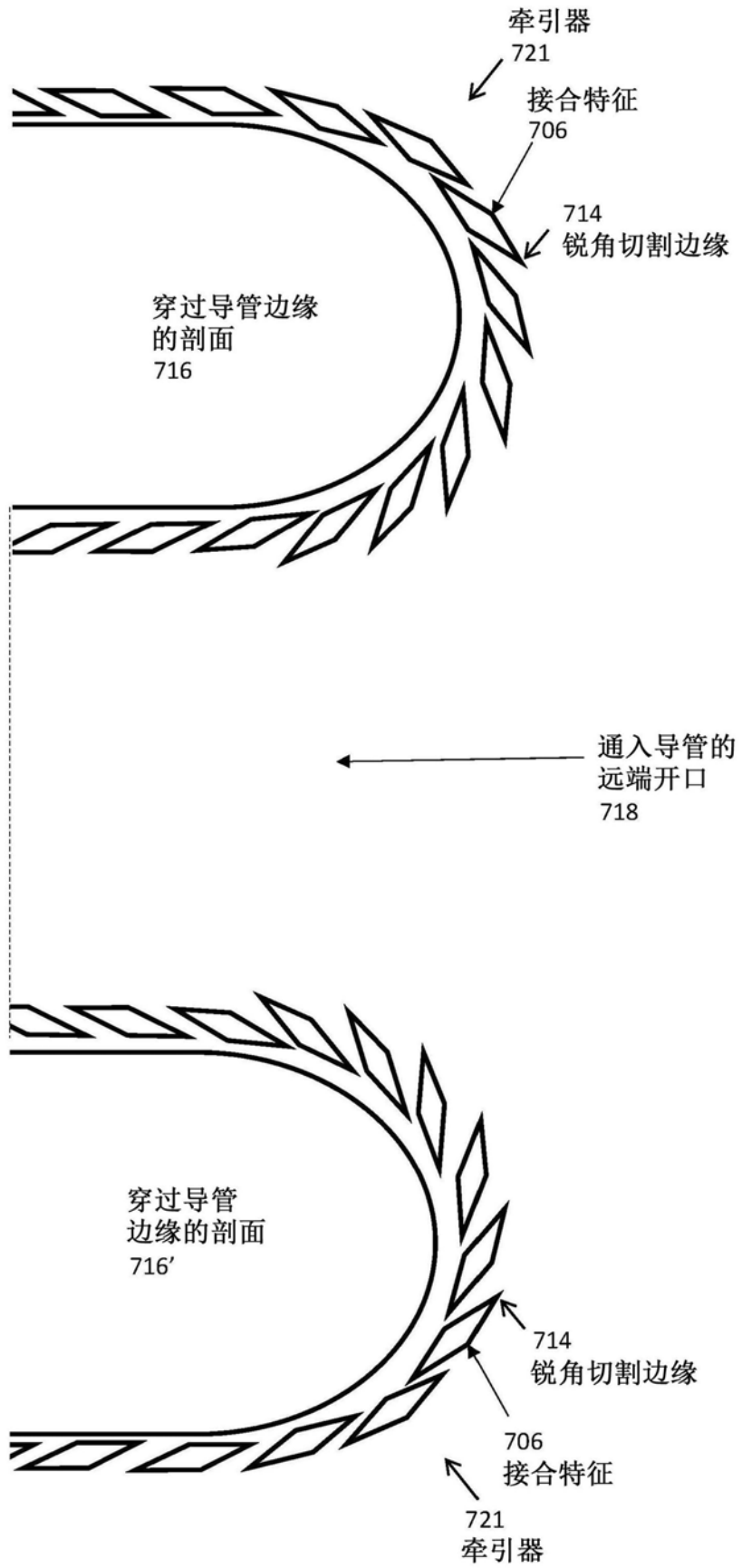


图7

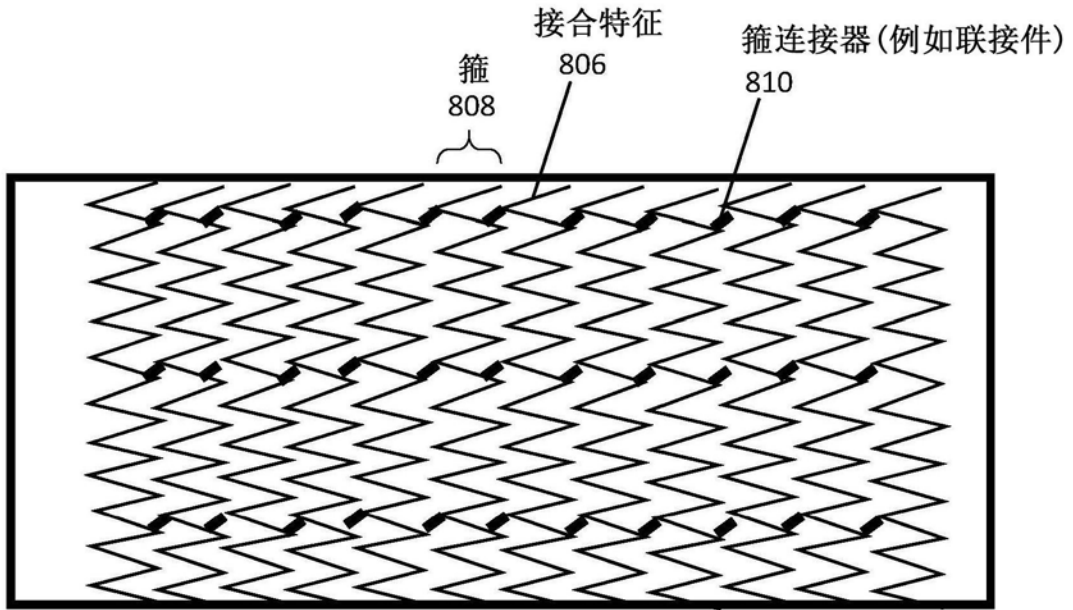


图8A

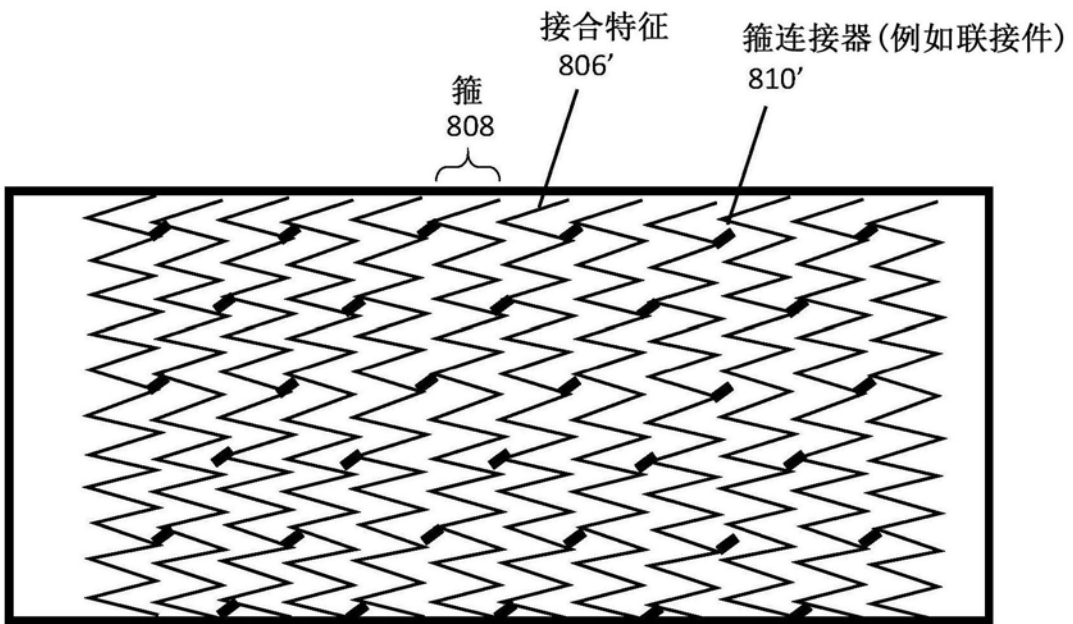


图8B

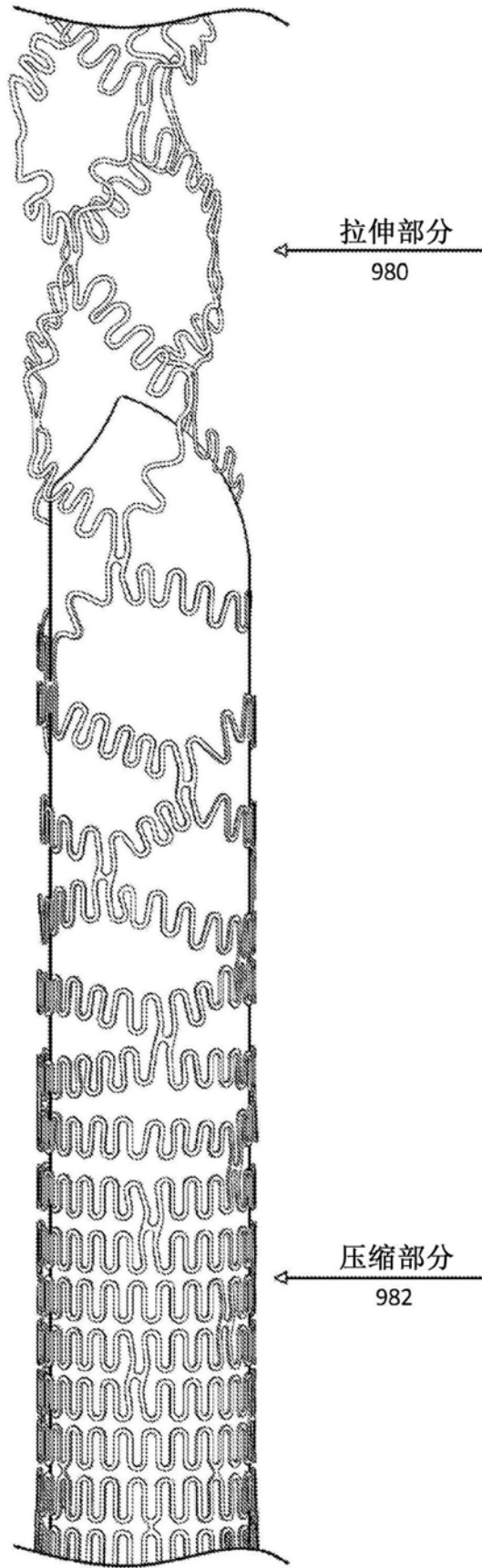


图9

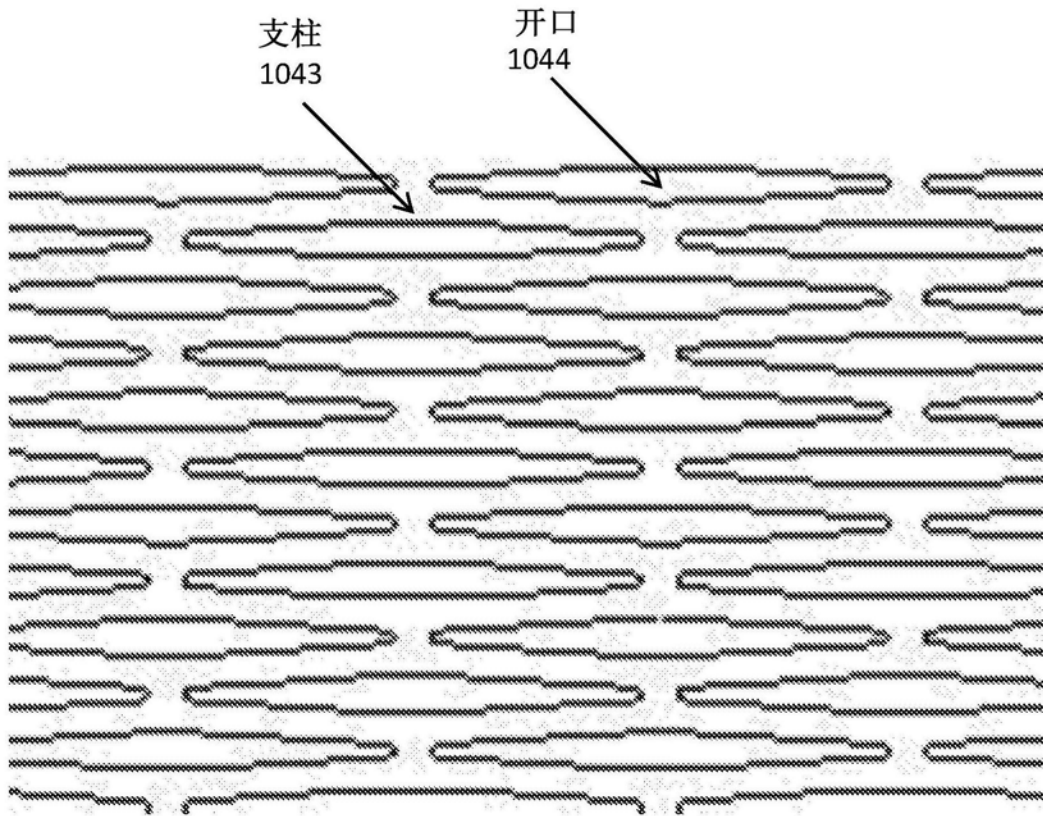


图10

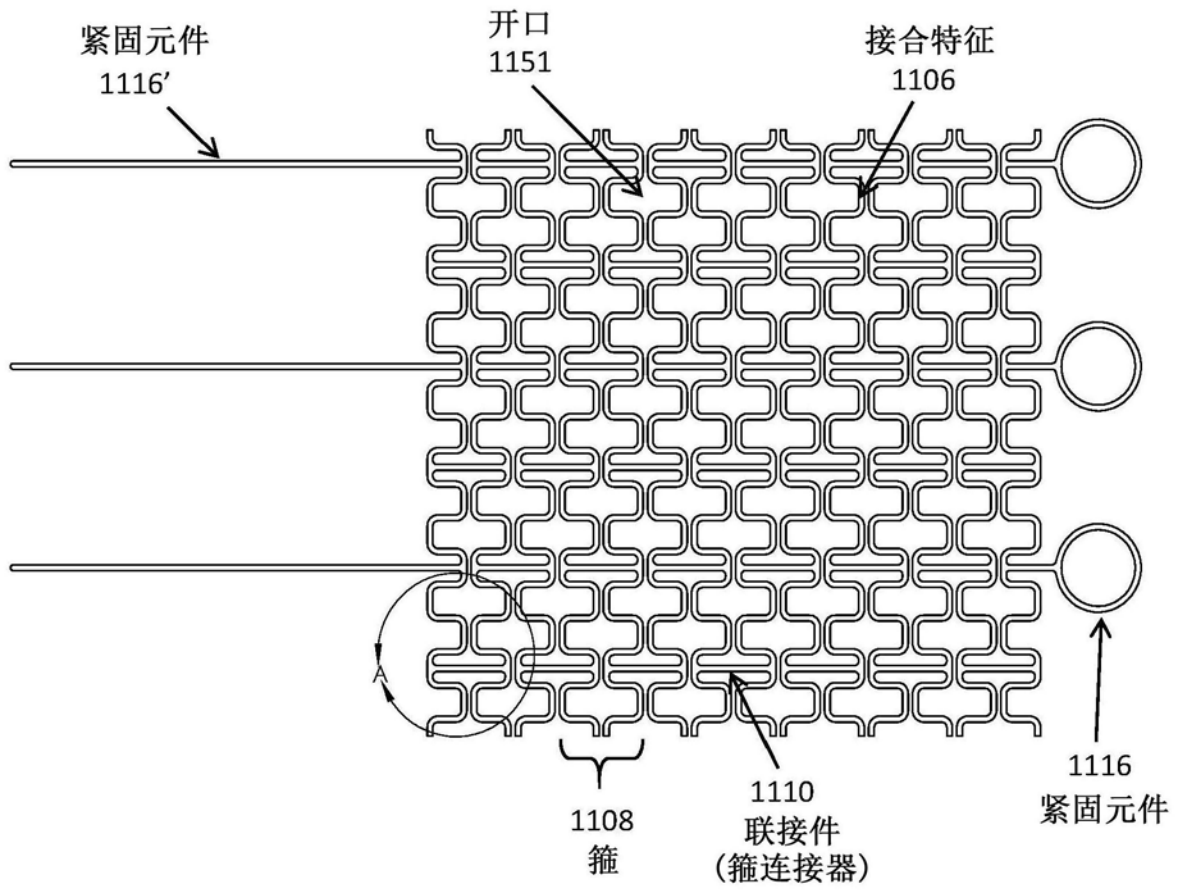


图11A

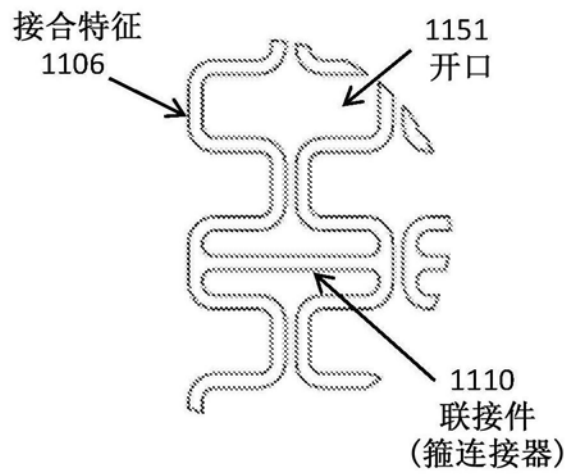


图11B

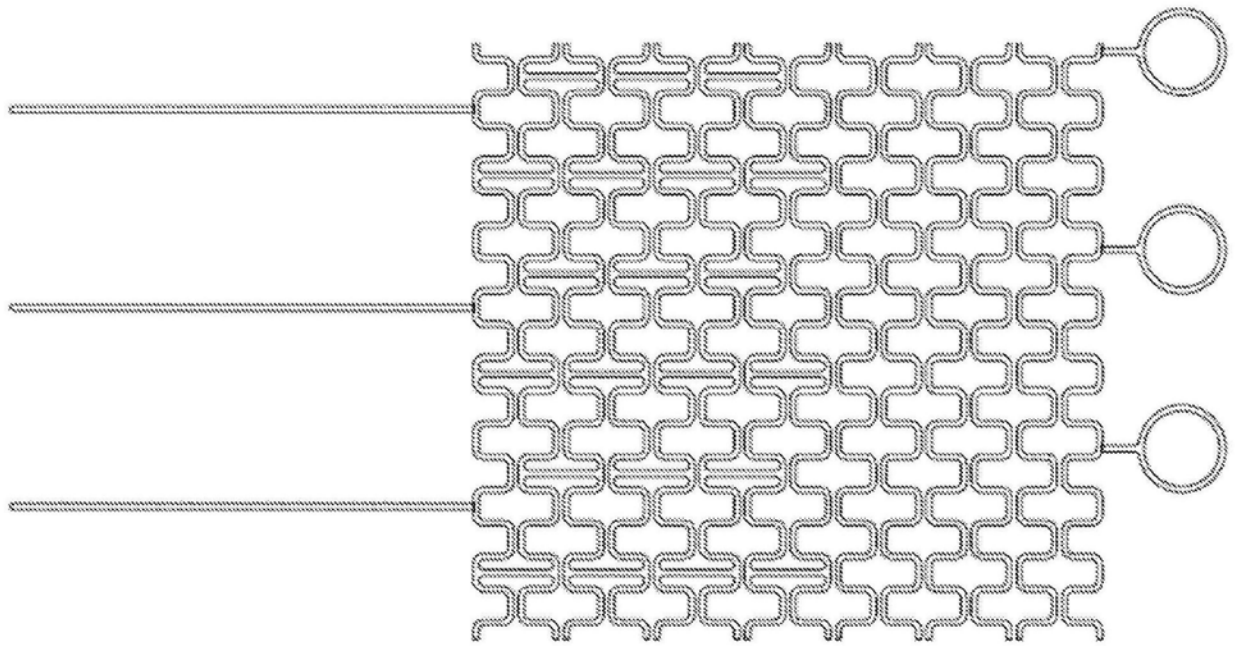


图12

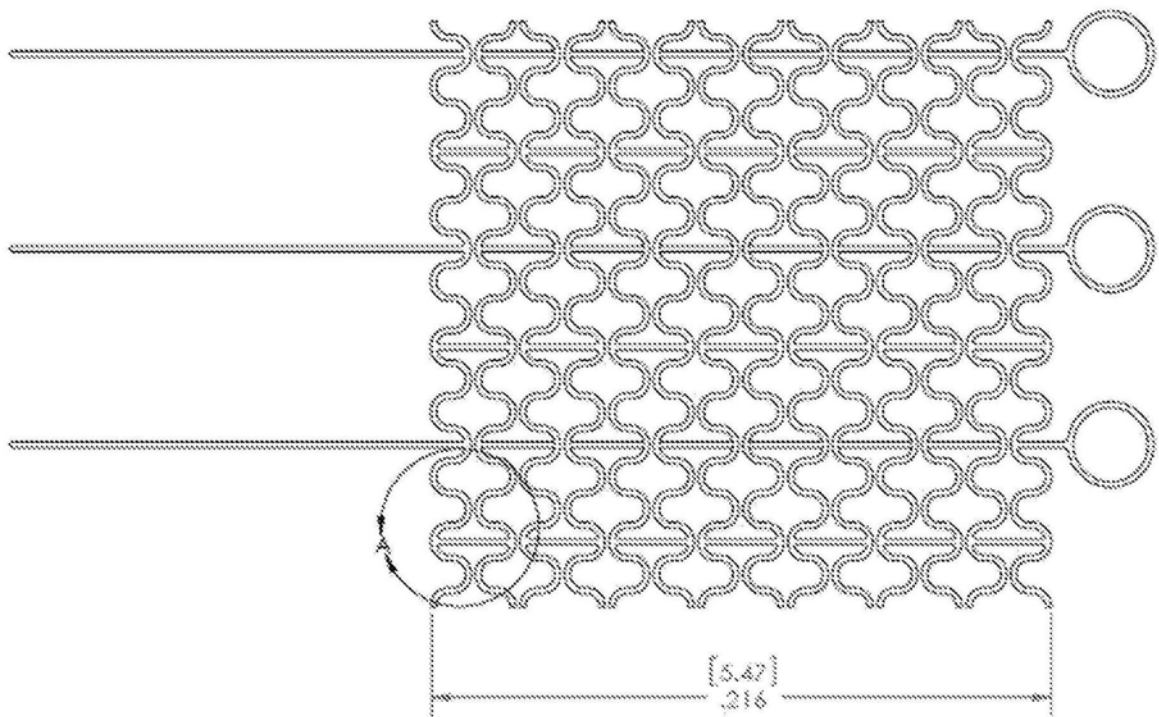


图13A

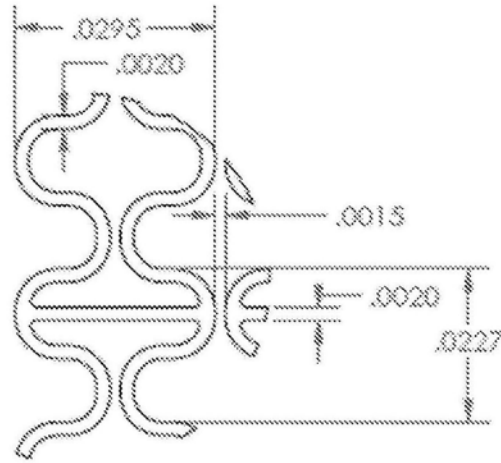


图13B

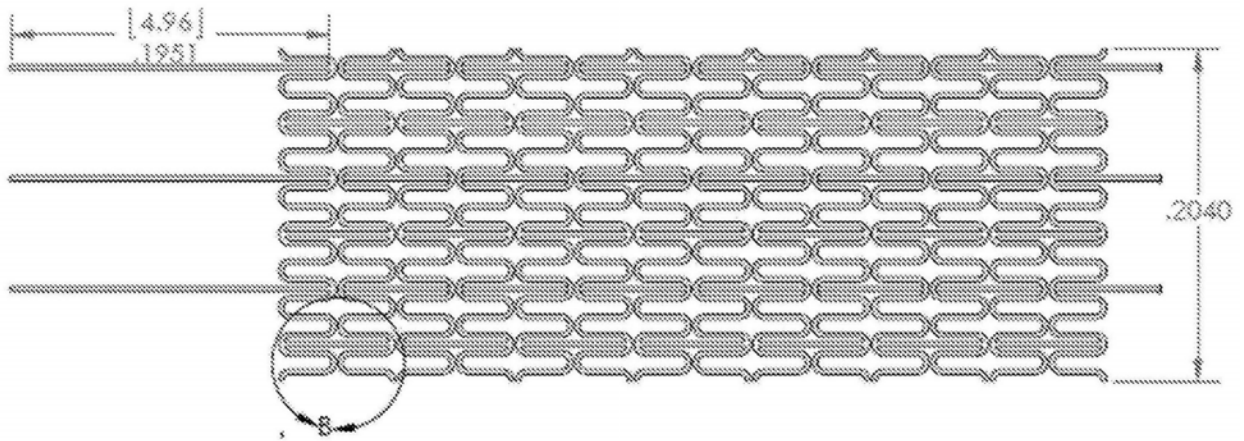


图14A

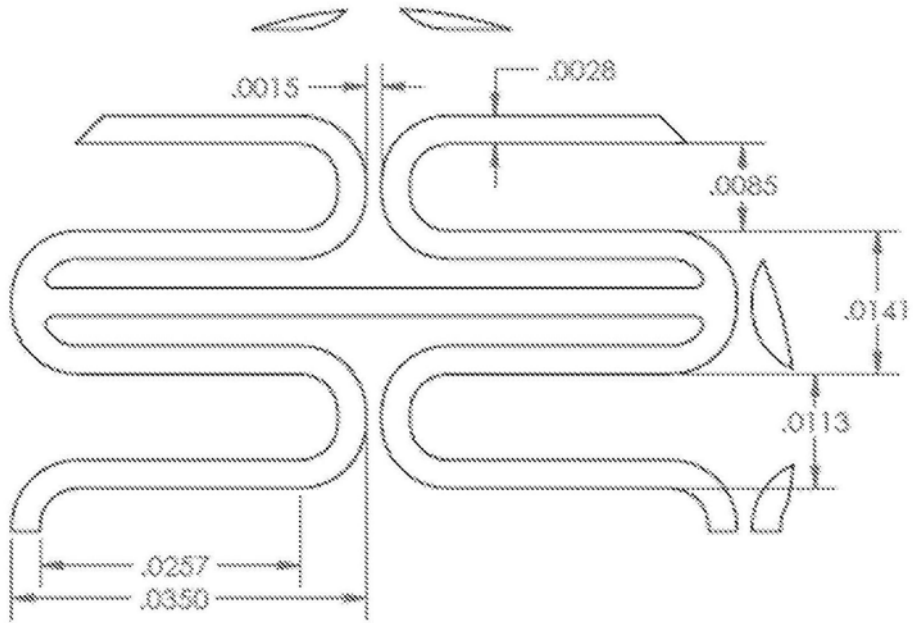


图14B

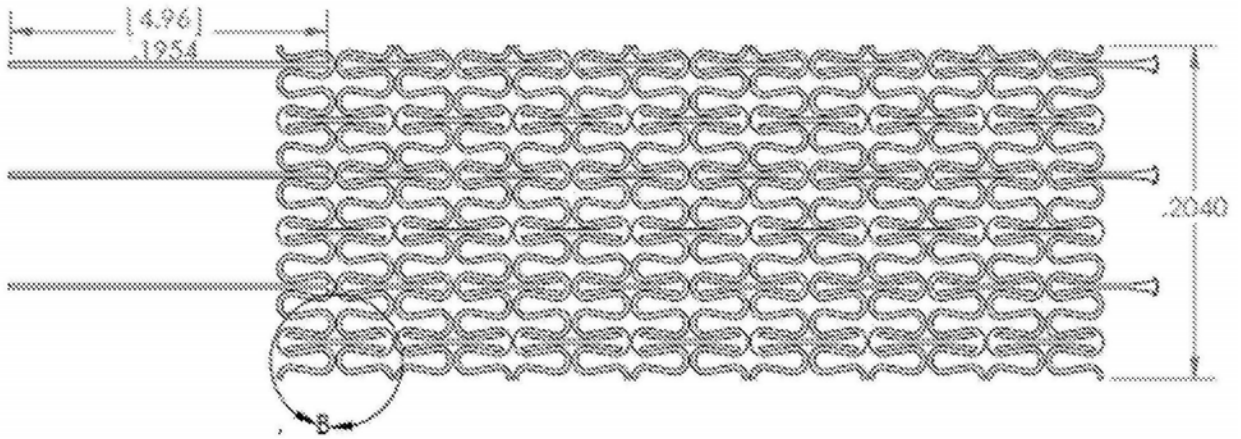


图15A

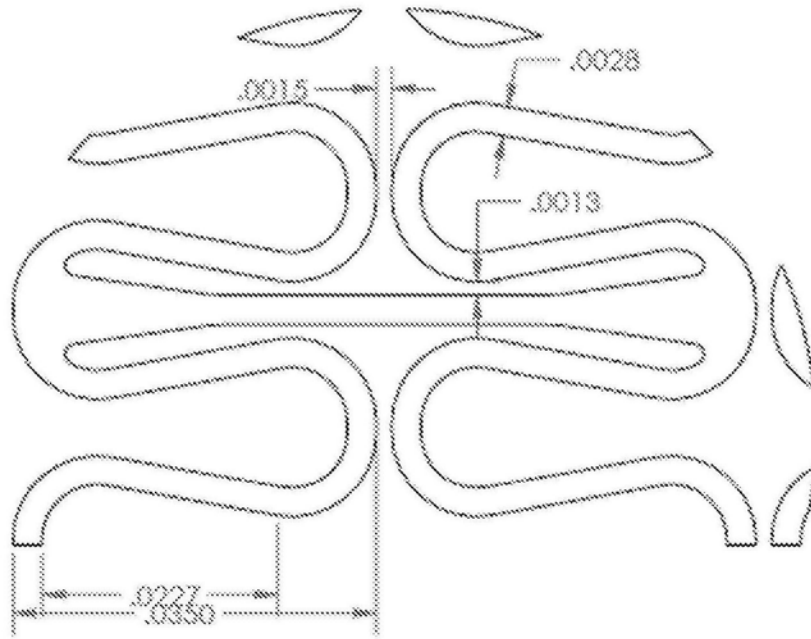


图15B

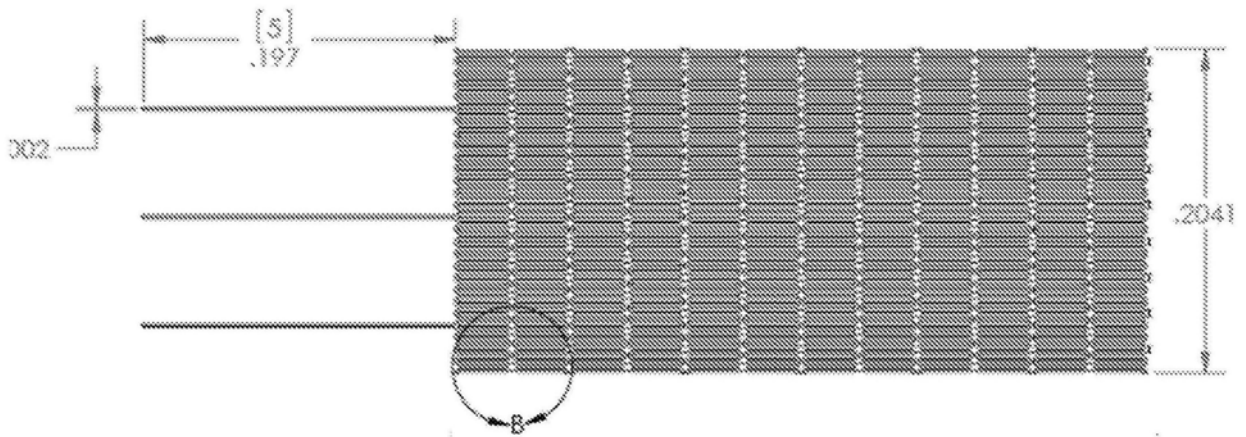


图16A

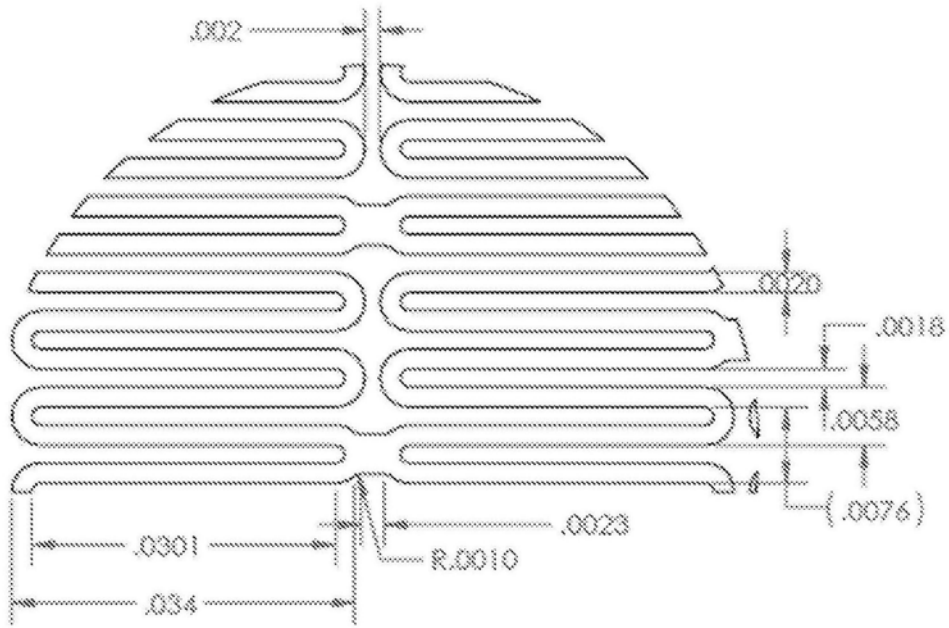


图16B

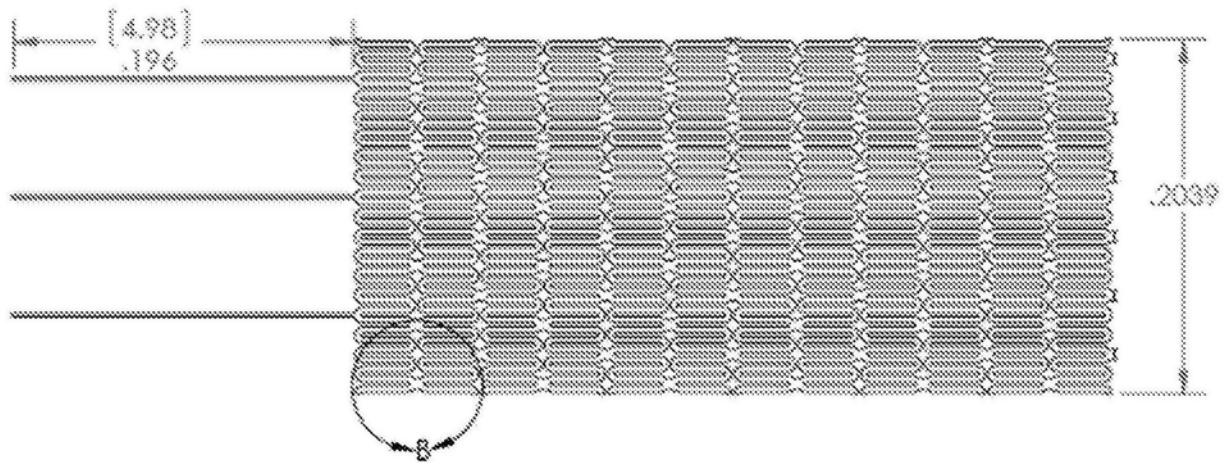


图17A

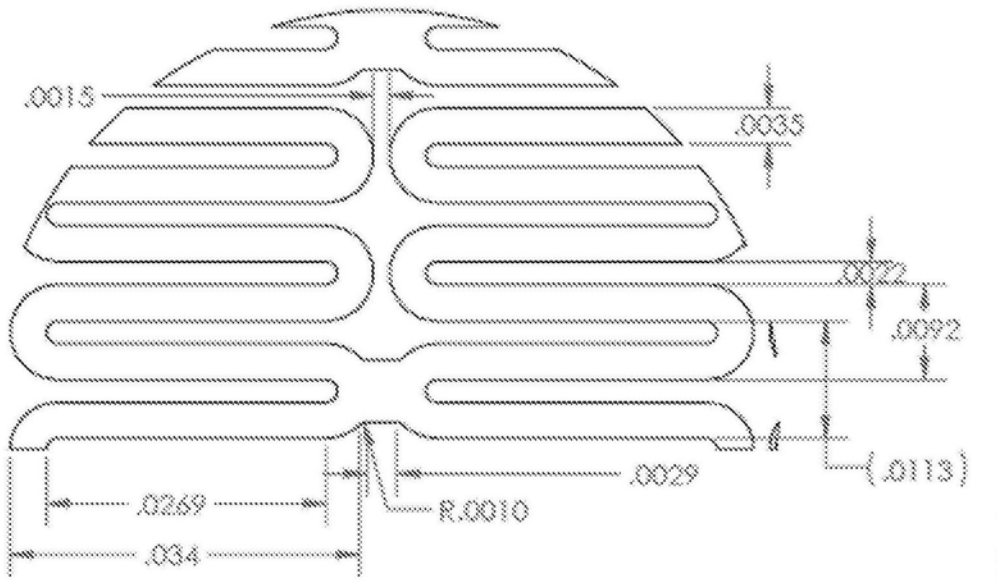


图17B

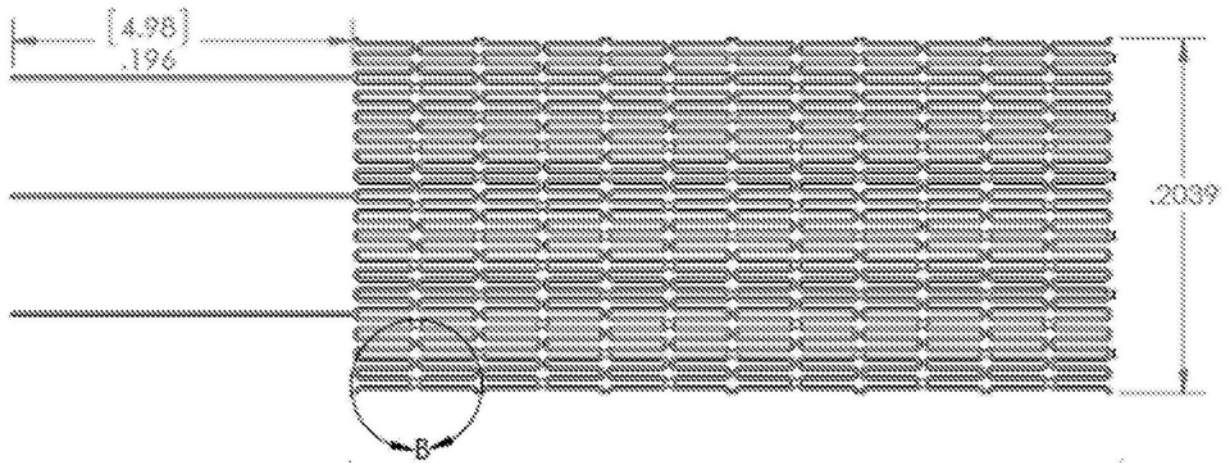


图18A

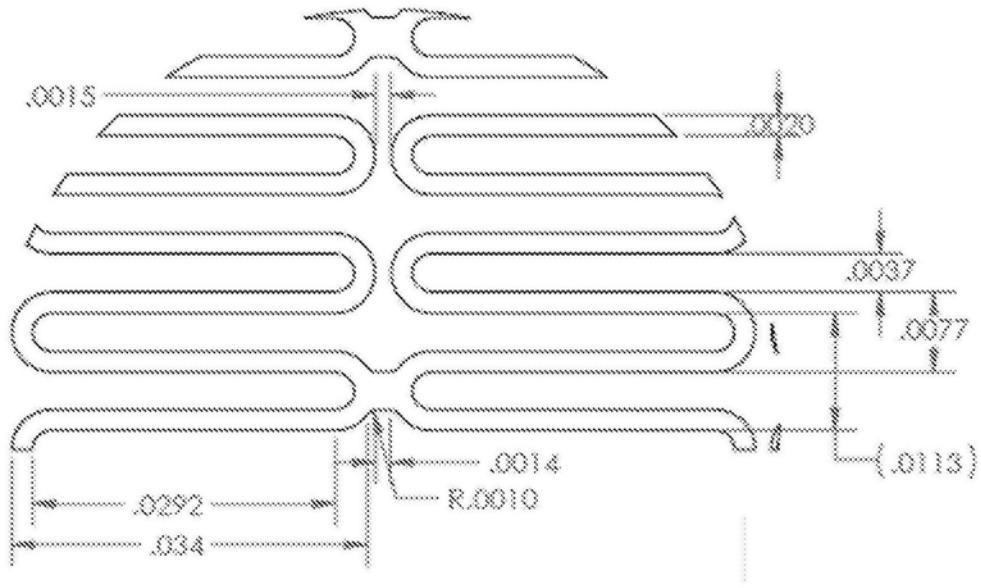


图18B

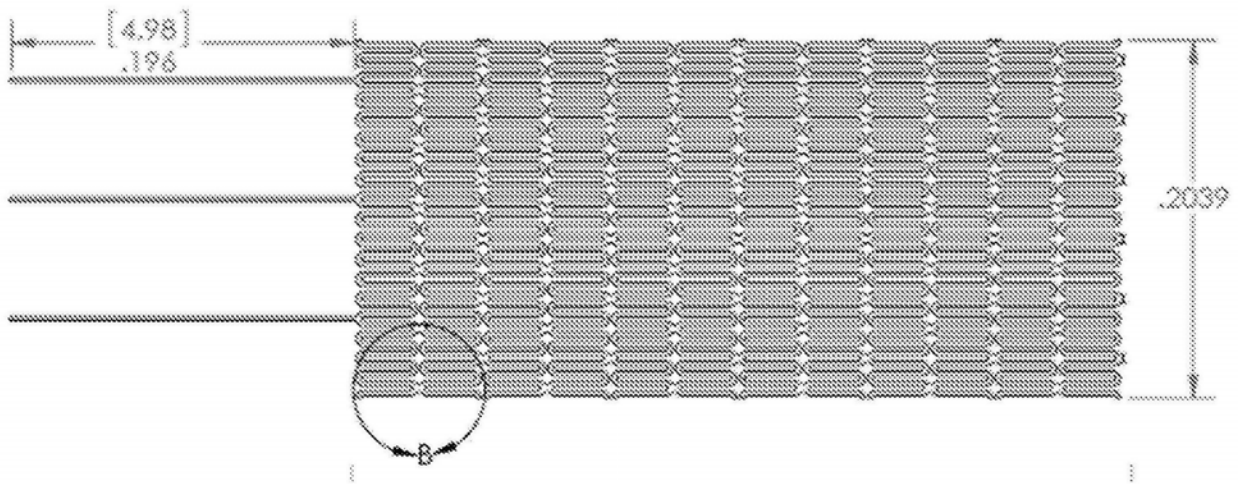


图19A

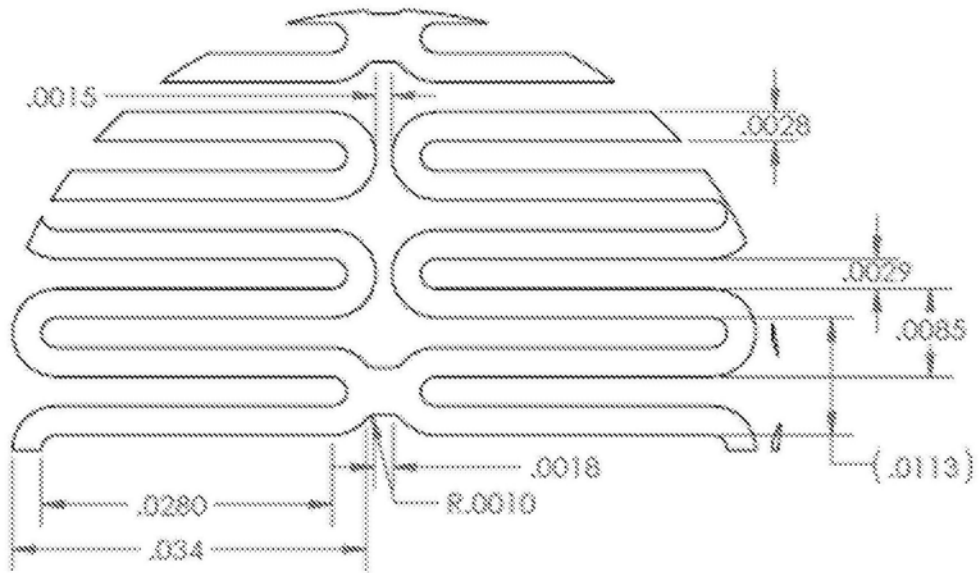


图19B

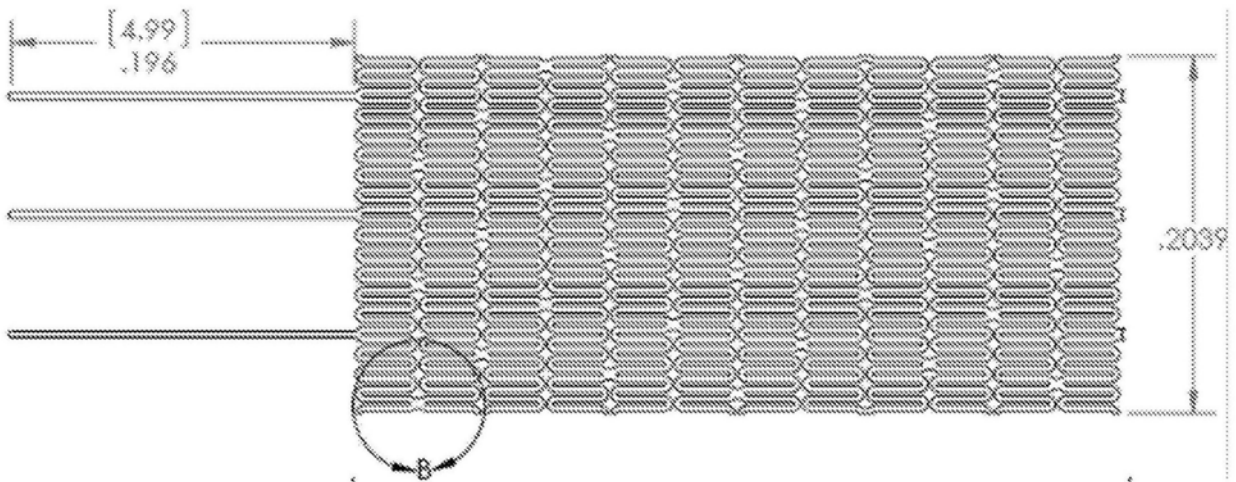


图20A

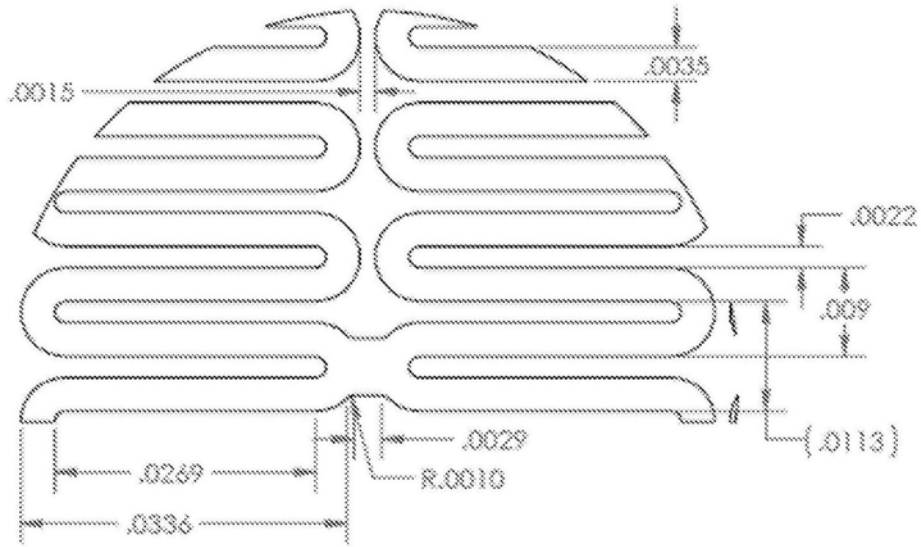


图20B

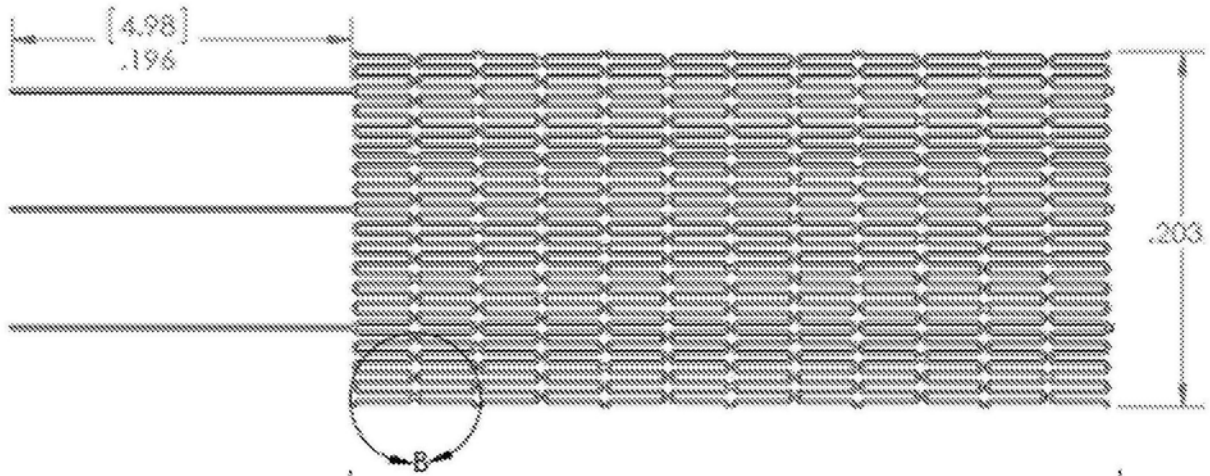


图21A

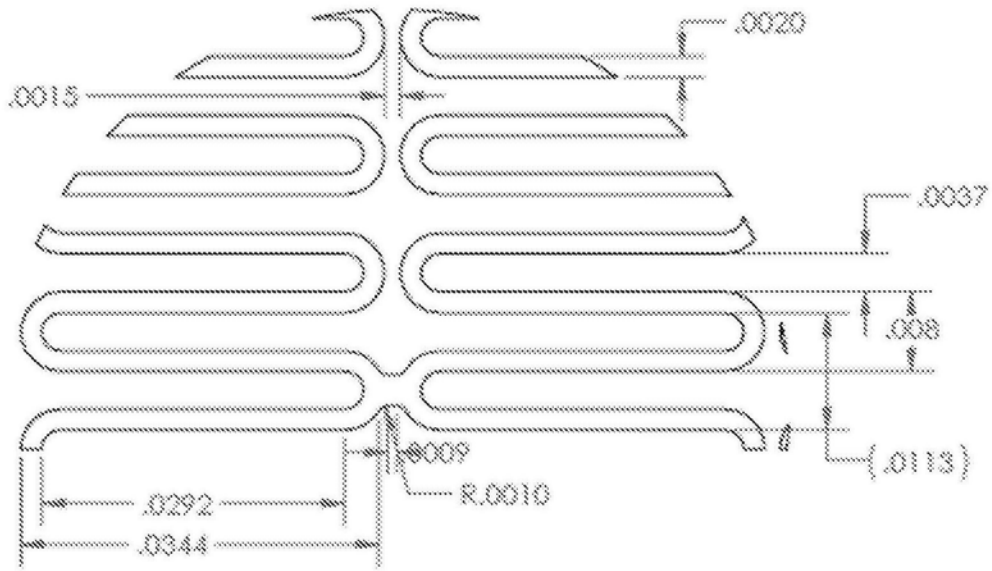


图21B

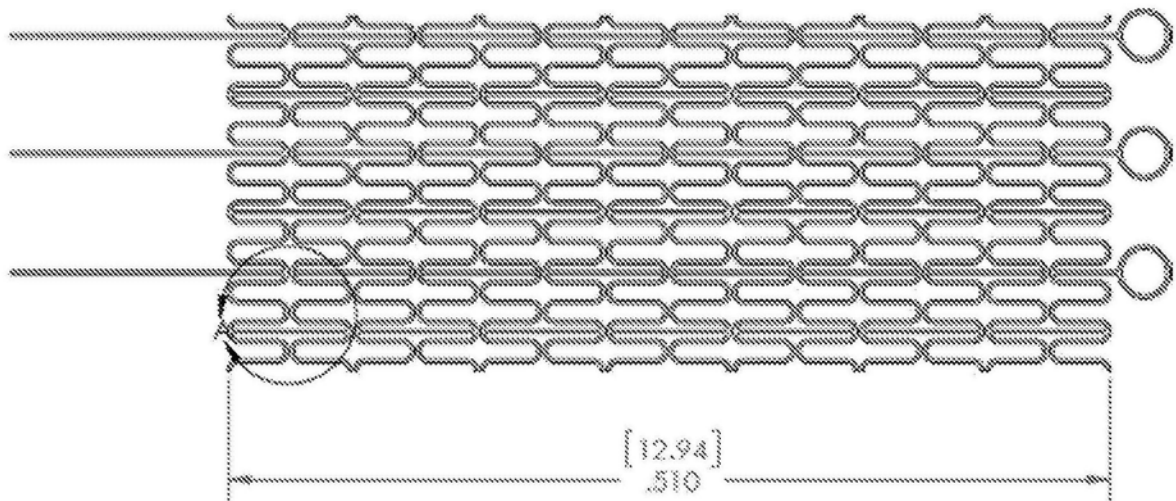


图22A

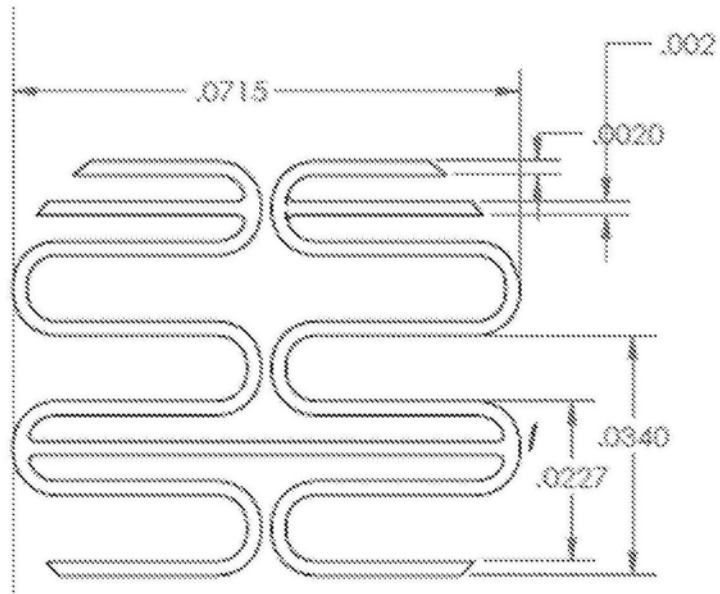


图22B

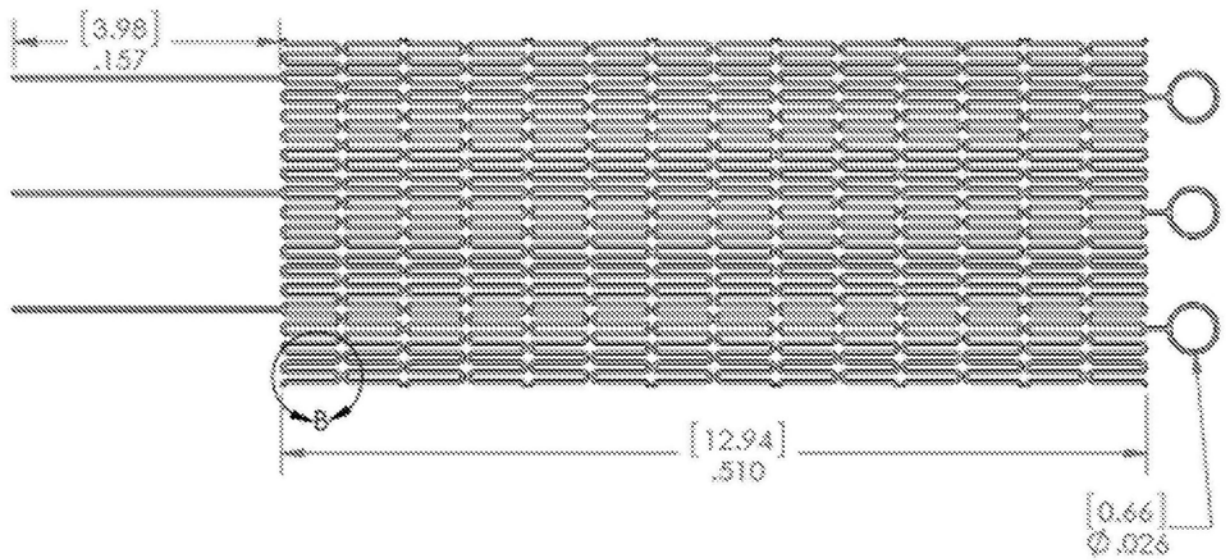


图23A

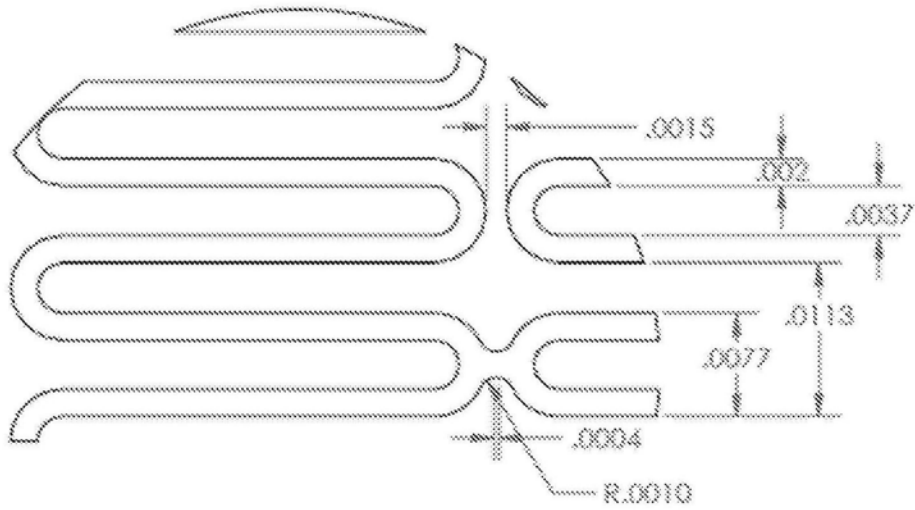


图23B

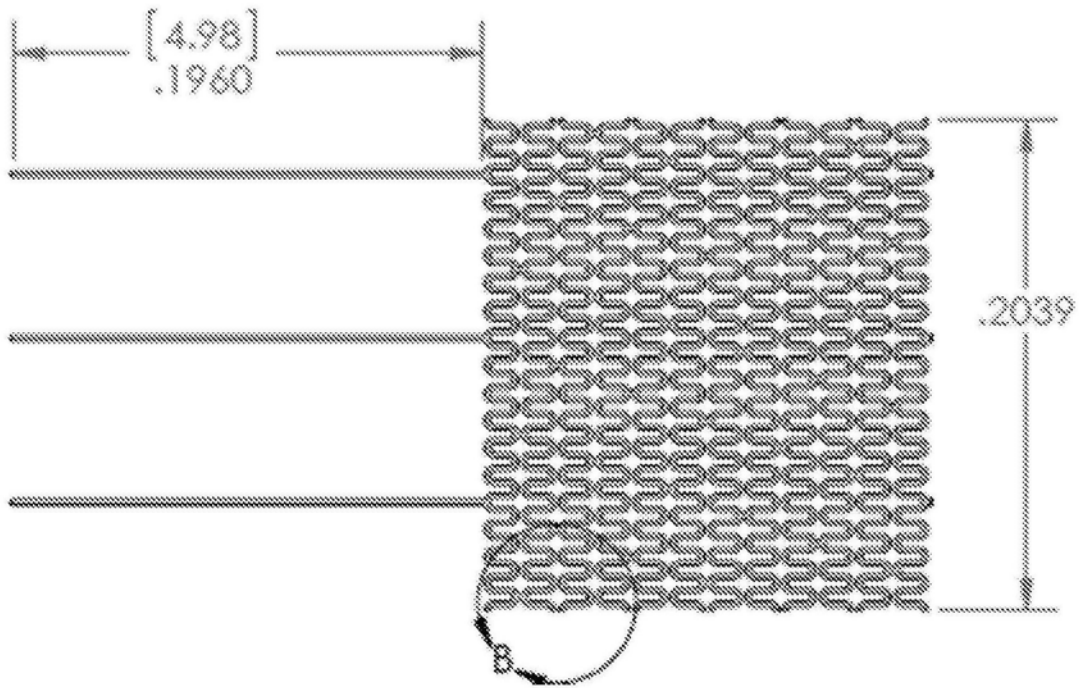


图24A

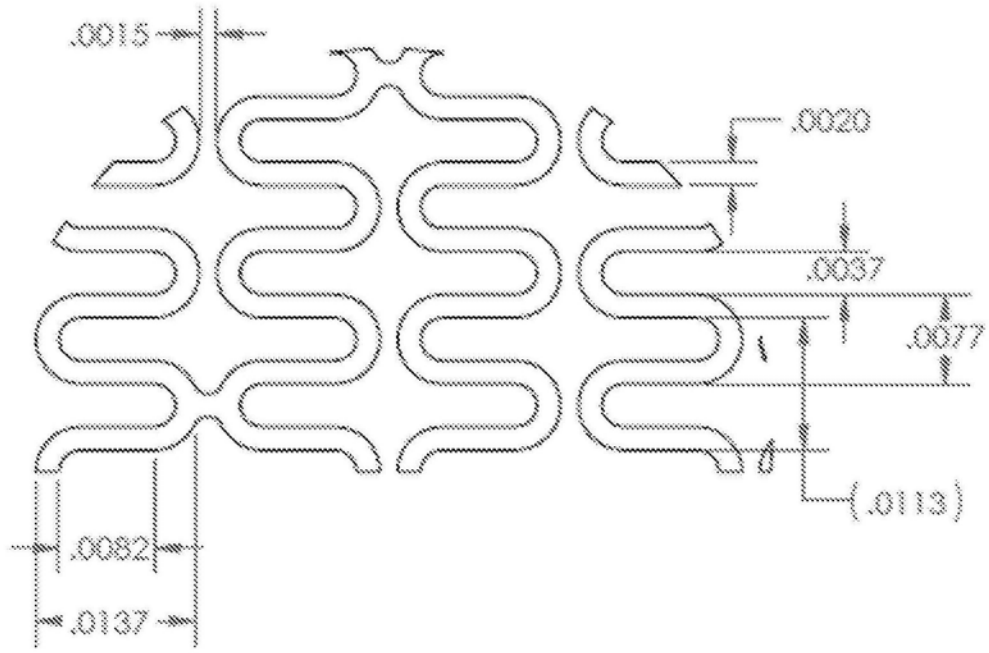


图24B

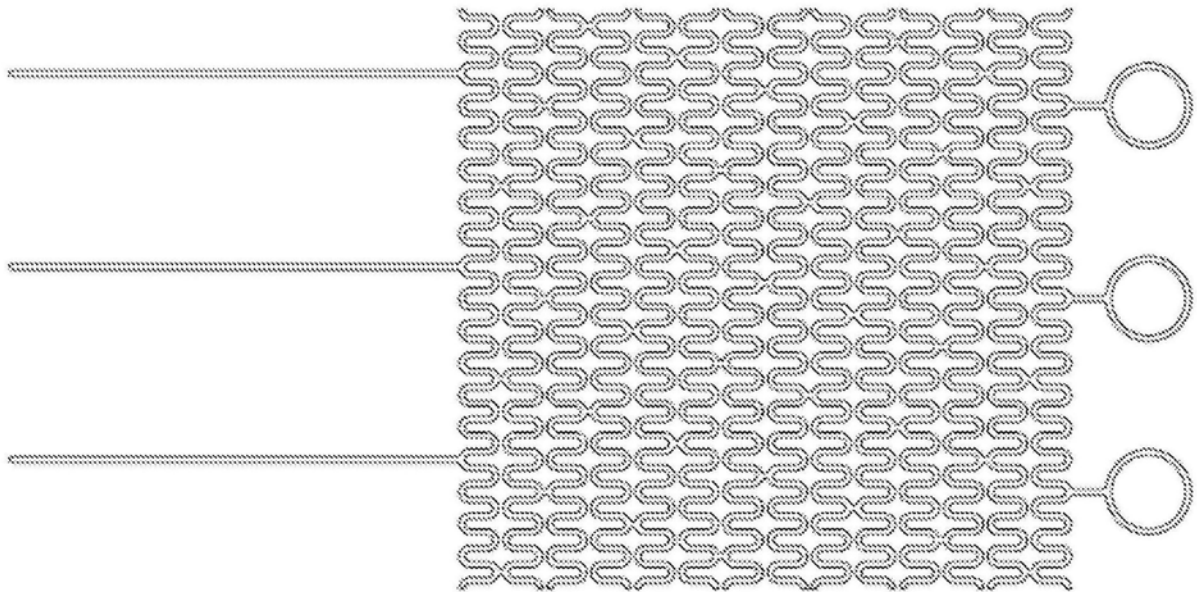


图25