



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101374473 B

(45) 授权公告日 2012. 07. 04

(21) 申请号 200780003609. 2

(22) 申请日 2007. 01. 29

(30) 优先权数据

60/763, 022 2006. 01. 27 US

11/583, 103 2006. 10. 18 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2008. 07. 25

(86) PCT申请的申请数据

PCT/EP2007/050847 2007. 01. 29

(87) PCT申请的公布数据

W02007/085656 EN 2007. 08. 02

(73) 专利权人 顶级服务舌侧矫正技术有限公司

地址 德国巴特埃森

(72) 发明人 吕德格尔·鲁贝特

汉斯-克里斯蒂安·克吕格尔

(74) 专利代理机构 北京天昊联合知识产权代理

有限公司 11112

代理人 宋丹氢 张天舒

(51) Int. Cl.

A61C 7/14 (2006. 01)

B23H 1/00 (2006. 01)

(56) 对比文件

US 5736015 A, 1998. 04. 07,

US 6928733 B2, 2005. 08. 16,

EP 0290247 A2, 1988. 11. 09,

US 2003152884 A1, 2003. 08. 14,

US 6648640 B2, 2003. 11. 18,

WO 9410935 A1, 1994. 05. 26,

审查员 王炜

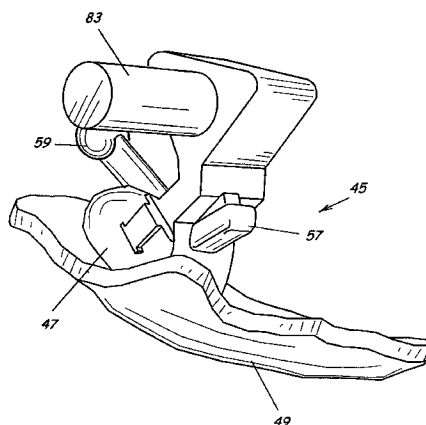
权利要求书 4 页 说明书 17 页 附图 20 页

(54) 发明名称

制造定制正畸矫治器的系统、及相关方法

(57) 摘要

本发明提供制造正畸矫治器的装置、程序产品、以及相关方法。系统的实施方式包括：具有正畸矫治器设计程序产品的虚拟正畸矫治器设计计算机，提供该程序产品以设计包括托架体和托架底板的正畸矫治器的虚拟尺寸表示；以及模具装置，布置用于形成各托架体和托架底板。该系统还包括：包括计算机辅助制造程序产品的数据处理计算机，提供该程序产品以导出包括托架中托架槽沟的虚拟尺寸表示的放电装置控制指令；以及，电火花加工机构。电火花加工机构可以包括：具有控制程序产品的控制器，以导出传递放电装置控制指令的控制信号；以及电火花装置。



1. 一种用于制造正畸矫治器的系统,所述正畸矫治器具有弓丝和多个托架,各所述托架具有牙齿结合面、和托架体中的托架槽沟,所述系统包括电火花加工机构,所述电火花加工机构具有包括电极的放电电极组件、以及至少一个驱动部件,所述驱动部件适合于将各托架体布置成与所述电极放电接触,用于成型所述托架槽沟,所述电火花加工机构具有用于接收数字控制指令数据的装置,

所述系统包括计算机,所述计算机适合于根据限定所述正畸矫治器的虚拟尺寸表示的数据生成所述数字控制指令数据,其特征在于:

所述系统包括模塑机构,所述模塑机构包括模具和分送机构,将所述模具设置为容纳托架成型材料以及适合于形成各托架体,将所述分送机构设置为用于使所述托架成型材料分送至所述模具中,所述模具具有型腔,所述型腔适合于各所述托架的轮廓、并构成用所述托架成型材料填充所述模具的料头的轮廓,各所述料头包括固定部分,所述固定部分与布置在平面中的托架体的一部分相连,或者与要加工出托架槽沟的开口表面的平面相连。

2. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于:所述计算机具有相关联的存储器,所述存储器适合于接收三维的患者齿系数据,以及适合于生成限定所述正畸矫治器的定制虚拟尺寸表示的数据,所述数据至少部分源于所述患者齿系数据。

3. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于:所述驱动部件包括容纳部分,所述容纳部分用于容纳与所述托架体相连的固定部分。

4. 根据上述权利要求中任一项权利要求所述的系统,其特征在于:所述驱动部件适合于将各托架体设置为与所述电极放电接触,从而,在成型所述托架槽沟的同时,使所述托架体与固定部分分离。

5. 根据权利要求1-3中任一项权利要求所述的系统,其特征在于:控制所述电火花加工机构的所述计算机包括具有存储器的控制器、以及存储在所述存储器中的数据通信程序,所述数据通信程序包括的指令用于响应于所存储的数字控制指令数据生成数字控制指令数据信号,所述数字控制指令数据信号用于对所述电火花加工机构和/或所述驱动部件进行控制。

6. 根据权利要求4所述的系统,其特征在于:控制所述电火花加工机构的所述计算机包括具有存储器的控制器、以及存储在所述存储器中的数据通信程序,所述数据通信程序包括的指令用于响应于所存储的数字控制指令数据生成数字控制指令数据信号,所述数字控制指令数据信号用于对所述电火花加工机构和/或所述驱动部件进行控制。

7. 根据权利要求5所述的系统,其特征在于:所述数字控制指令数据信号包括用于控制所述电火花加工机构的数据,以切割沿所述托架槽沟的周界延伸的图案。

8. 根据权利要求6所述的系统,其特征在于:所述数字控制指令数据信号包括用于控制所述电火花加工机构的数据,以切割沿所述托架槽沟的周界延伸的图案。

9. 根据权利要求1-3中任一项权利要求所述的系统,其特征在于:所述托架槽沟包括开口面端和闭合基底,以及在上述二者之间延伸的两个隔开的侧面,其中,所述放电电极组件适合于布置为,使横向于至少一个所述侧面的所述托架体外表面的一部分与电极放电接触。

10. 根据权利要求4所述的系统,其特征在于:所述托架槽沟包括开口面端和闭合基底,以及在上述二者之间延伸的两个隔开的侧面,其中,所述放电电极组件适合于布置为,

使横向于至少一个所述侧面的所述托架体外表面的一部分与电极放电接触。

11. 根据权利要求 5 所述的系统,其特征在于:所述托架槽沟包括开口面端和闭合基底,以及在上述二者之间延伸的两个隔开的侧面,其中,所述放电电极组件适合于布置为,使横向于至少一个所述侧面的所述托架体外表面的一部分与电极放电接触。

12. 根据权利要求 6 所述的系统,其特征在于:所述托架槽沟包括开口面端和闭合基底,以及在上述二者之间延伸的两个隔开的侧面,其中,所述放电电极组件适合于布置为,使横向于至少一个所述侧面的所述托架体外表面的一部分与电极放电接触。

13. 根据权利要求 7 所述的系统,其特征在于:所述托架槽沟包括开口面端和闭合基底,以及在上述二者之间延伸的两个隔开的侧面,其中,所述放电电极组件适合于布置为,使横向于至少一个所述侧面的所述托架体外表面的一部分与电极放电接触。

14. 根据权利要求 8 所述的系统,其特征在于:所述托架槽沟包括开口面端和闭合基底,以及在上述二者之间延伸的两个隔开的侧面,其中,所述放电电极组件适合于布置为,使横向于至少一个所述侧面的所述托架体外表面的一部分与电极放电接触。

15. 根据权利要求 1 所述的系统,其特征在于:所述托架包括具有槽沟侧表面的托架翼,其中,所述驱动部件适合于将各托架设置为沿所述托架翼槽沟侧表面与所述电极放电接触。

16. 根据权利要求 1-3 中任一项权利要求所述的系统,其特征在于:所述电极包括走丝放电电极。

17. 根据权利要求 4 所述的系统,其特征在于:所述电极包括走丝放电电极。

18. 根据权利要求 5 所述的系统,其特征在于:所述电极包括走丝放电电极。

19. 根据权利要求 6 所述的系统,其特征在于:所述电极包括走丝放电电极。

20. 根据权利要求 7 所述的系统,其特征在于:所述电极包括走丝放电电极。

21. 根据权利要求 8 所述的系统,其特征在于:所述电极包括走丝放电电极。

22. 根据权利要求 9 所述的系统,其特征在于:所述电极包括走丝放电电极。

23. 根据权利要求 10 所述的系统,其特征在于:所述电极包括走丝放电电极。

24. 根据权利要求 11 所述的系统,其特征在于:所述电极包括走丝放电电极。

25. 根据权利要求 12 所述的系统,其特征在于:所述电极包括走丝放电电极。

26. 根据权利要求 13 所述的系统,其特征在于:所述电极包括走丝放电电极。

27. 根据权利要求 14 所述的系统,其特征在于:所述电极包括走丝放电电极。

28. 根据权利要求 15 所述的系统,其特征在于:所述电极包括走丝放电电极。

29. 根据权利要求 1 所述的系统,其特征在于:所述电极包括刻模放电电极。

30. 根据权利要求 1 所述的系统,其特征在于:在所述托架槽沟的两个隔开侧面中的至少一个侧面上以及在所述托架槽沟的基底,所述托架槽沟具有至少一维公差最大为 30 微米的平坦表面。

31. 根据权利要求 1 所述的系统,其特征在于:所述托架槽沟是简管。

32. 一种用于制造具有弓丝和多个托架的正畸矫治器的方法,各托架具有牙齿结合面和托架体中的托架槽沟,所述方法包括以下步骤:

根据限定所述正畸矫治器的虚拟尺寸表示的数据,由计算机生成数字控制指令数据信号,

其特征在于：

固定部分与布置在平面中的托架体的一部分相连，或者与要加工出托架槽沟的开口表面的平面相连，

通过使用电火花加工机构进行电火花加工成形所述托架槽沟，所述电火花加工机构包括具有电极的放电电极组件，

包括由至少一个驱动部件将各托架体设置为与所述电极放电接触，

其中所述电火花加工机构由所述数字控制指令数据信号控制。

33. 根据权利要求 32 所述的方法，其特征在于：给所述计算机提供三维的患者齿系数数据，以及，根据所述三维患者齿系数数据，由所述计算机生成所述正畸矫治器的所述虚拟尺寸表示。

34. 根据权利要求 32 所述的方法，其特征在于：所述方法包括将所述托架体制成成为包括固定部分，以及其中，使所述固定部分置于所述驱动部件的容纳部分中，使所述托架体取向为朝向所述电火花加工机构以进行加工。

35. 根据权利要求 34 所述的方法，其特征在于：在适合于形成各与料头相连的托架的模具中，通过使托架成型材料成型制造所述托架，所述料头包括所述固定部分。

36. 根据权利要求 32 所述的方法，其特征在于：所述方法包括通过电火花加工使所述固定部分与所述托架体分离的步骤。

37. 根据权利要求 36 所述的方法，其特征在于：通过电火花加工形成所述托架槽沟，同时使所述固定部分与所述托架体分离。

38. 根据权利要求 32 至权利要求 37 中任一项权利要求所述的方法，其特征在于：通过电火花加工，所述槽沟加工成包括开口面端和闭合基底以及在上述二者之间延伸的两个隔开的侧面，至少所述侧面之一设置有所述槽沟的横向延伸部分，该横向延伸部分从所述隔开的侧面之一与所述托架槽沟基底相邻延伸进入所述托架体，以制成至少一个托架槽沟下凹进部。

39. 根据权利要求 38 所述的方法，其特征在于：所述槽沟下凹进部的宽度超过所述托架槽沟的宽度。

40. 根据权利要求 32 所述的方法，其特征在于：所述托架在模具中形成，以包括具有槽沟侧表面的托架翼，其中，所述驱动部件将各所述托架布置为沿所述托架翼的槽沟侧表面与所述电极放电接触。

41. 根据权利要求 32 所述的方法，其特征在于：所述托架槽沟具有托架槽沟基底和至少两个隔开的侧面，其中所述电火花加工形成所述侧面，以在所述托架槽沟基底与所述侧面之间形成锐角，使得所述侧面会聚。

42. 根据权利要求 32 所述的方法，其特征在于：所述托架槽沟是托架筒管。

43. 根据权利要求 32 至 37 中任一项权利要求所述的方法，其特征在于：所述电火花加工使用走丝放电电极。

44. 根据权利要求 32 至 37 中任一项权利要求所述的方法，其特征在于：所述电火花加工使用刻模放电电极。

45. 根据权利要求 32 至 37 中任一项权利要求所述的方法，其特征在于：在所述托架槽沟的两个隔开侧面中的至少一个侧面上以及所述托架槽沟的基底上，所述电火花加工制成

的表面公差小于 30 微米。

## 制造定制正畸矫治器的系统、及相关方法

### 技术领域

[0001] 本发明一般涉及畸齿矫正领域,特别涉及正畸矫治器的制造。本发明也涉及用于设计和制造使患者牙齿平整的正畸矫治器的系统、程序产品及相关方法,以及根据此方法制造的定制精密托架(托槽)。

### 背景技术

[0002] 用于使患者牙齿平整或定位的畸齿矫正处理可以回溯数百年。畸齿矫正处理通常包括将金属丝缠绕在患者牙齿周围。二十世纪七十年代中期,主要由于胶粘技术方面的发展,首选方法转变为将托架直接粘在牙齿上,并使矩形截面形状的弹性金属丝延伸穿过托架中的槽沟。通常,托架是现货供应产品。在大多数情况下,托架适合于特定牙齿,例如上犬齿,但并不适用于特定患者的个别牙齿。通常,通过下述方式使托架适应于个别牙齿:用粘合剂填充牙面与托架面之间的间隙从而使托架与牙齿结合,从而,当使牙齿移动至正确位置时,托架槽沟位于平坦的水平面中。用于使牙齿移动至所期望正确位置的驱动力由弓丝提供。对于舌侧托架(lingual brackets)而言,已由 Thomas Creekmore 开发了一种具有例如竖向托架槽沟的系统。这使得金属丝更易于插入。金属丝的较长侧面因而竖直取向。

[0003] 如今畸齿矫正处理中所使用的金属丝通常也是现货供应产品。即使需要由正牙医生对金属丝进行个别处理,处理的目标也是尽可能少地对其加以改动。根据这种方法,以一种方式设计托架,使得在处理最后使牙齿对齐时,托架槽沟假定以平坦方式定位及取向。这意味着被动穿过槽沟延伸而不施加任何力的金属丝将是平坦的(扁平的)。这种处理状况周知为“直丝弓(straight wire)”。弓丝离牙面越远,越难以达到对各牙齿的精确修整位置。如果在扭转(围绕金属丝轴线的转动)时产生例如仅 10 度的误差,牙齿位置就会有超过 1mm 的较大竖向误差。因此,申请人认识到精密托架槽沟需要尽可能靠近牙面布置,精密托架槽沟与定制弓丝的结合,可以形成精密的弓丝-托架槽沟界面,从而将扭转误差减到最小。

[0004] 畸齿矫正方面的另一问题是确定正确的托架位置。在结合时,牙齿的朝向可能远离期望位置。因而,对于由平坦平面弓丝使牙齿处于正确位置从而定位托架来说,需要大量经验和视觉想象。结果是,在处理末期,花费大量时间对托架位置或金属丝形状进行必要的调整。可以通过下述方式解决前述问题:通过使用齿系的三维扫描数据,虚拟方式创建理想布置方式;或者,通过将齿系的牙齿模型分离成单个牙齿然后将这些牙齿放置到蜡床(wax bed)的理想位置,物理方式创建理想布置方式。例如,Rubbert 等人提出的名称为“Interactive Orthodontic Care System Based On Intra-Oral Scanning of Teeth”的美国专利 No. 6,648,640,描述了一种对弓丝的处理,以基于普通托架和定制的正畸矫治弓丝进行畸齿矫正。弓丝可以具有复杂的扭曲和弯曲,这样就不需要平坦平面的金属丝。该专利文献还描述了用于建立齿系三维虚拟模型的扫描系统、以及基于所扫描齿系模型的交互式计算机化处理规划系统。作为处理规划的一部分,将虚拟托架放置在虚拟牙齿上,并由操作人员根据临床诊断将牙齿移到期望位置。将错位咬合的齿系加上托架的三维虚拟模型输

出到快速成型制作装置,用于制作齿系加托架的物理模型。

[0005] 在 Wiechmann 等人提出的名称为“Modular System for Customized Orthodontic Appliances”的美国专利 No. 6, 776, 614 中,描述了一种对弓丝的改进,以基于定制畸齿矫正托架和定制畸齿矫正弓丝进行畸齿矫正。该专利文献进一步描述了,在计算机上设计作为三维虚拟对象组合的托架,三维虚拟对象包括虚拟托架粘合底板以及从虚拟托架体库中检索到的虚拟托架体。虚拟托架可以表示成包含数字形状数据的文件,并可以输出到快速成型制作装置。

[0006] 畸齿矫正方面近年来的发展包括使用快速成型技术形成托架。快速成型机可以用于托架的模型,然后使用托架的模型来形成模具以形成托架。这些模具通常具有形成托架的型腔,并可以具有流道,以形成将托架成型材料注进模具的通道。余留在流道中的固化的托架成型材料,形成必须清除的料头。此外,如果托架槽沟没有作为成型处理的一部分形成,则必须在托架体上切割出托架槽沟。

[0007] 形成托架槽沟有多种方法,可以包括铸造、磨削、或者铣削。例如,在 Andreiko 等人提出的名称为“Custom Orthodontic Appliance Forming Method and Apparatus”的 W094/10935 中,描述了以下述方式形成托架:在托架坯中切割出定制槽沟,同时保留基底倾斜角,或者可选择地,使托架基底或底板倾斜;以及,将托架底板形成为符合牙面,或者,形成为用粘合剂粘合以填充托架底板与牙齿之间的空间。Andreiko 等人主要描述了使用机械刀片形成托架,但没有进一步说明可以采用其他措施,诸如金属丝电火花加工、切割加工、铸造、或者立体平版印刷等。

[0008] 上述处理方式没有充分描述用于下述加工的系统、装置或方法:形成高精度托架槽沟,在托架槽沟侧壁中形成下凹进部,切除包埋材模型托架 (investment cast bracket) 的料头,或者在托架体中切割出高精度的筒管。尽管在 Wiechmann, D. 的“A New Bracket System for Lingual Orthodontic Treatment, Part 2: First Clinical Experiences and Further Development”J. Orofac. Orthop. (2003) 中,已经注意到了希望获得精密托架,但到目前为止,还未认识到需要一种形成增强精度托架槽沟或筒管的系统、装置、程序产品和方法,这种增强精度托架槽沟或筒管具有可利用电火花加工技术获得的期望特征,例如,允许相邻的弓丝精确配合的低公差平坦加工表面。

## 发明目的

[0009] 考虑到上述情况,本发明的目的是克服现有托架和现有制造方法的不足。

## 发明内容

[0010] 本发明能够达到上述目的,本发明提供一种制造正畸矫治器的系统、程序产品及其方法,可以在形成正畸矫治器各托架体中精密定制托架槽沟方面提供改善的高精密度。例如,根据本发明的实施方式,可以形成以前无法形成的托架槽沟结构。此外,根据本发明的实施方式,定制弓丝与各精密定制托架槽沟可以形成高精密度的弓丝-托架槽沟界面,这可以大大减小或最小化扭转误差。弓丝是形式和尺寸与口腔中牙齿排列的内表面大致对应的大致 U 形或者弓形金属丝。本发明人发现,如果将电火花加工与虚拟托架设计一起使用以在托架体中形成托架槽沟,可以提供增强的精密度,并且可以切除料头。此外,根据本

发明的实施方式,电火花加工与虚拟托架设计一起使用,可以提供改善的精密度,并且可以进行包括有效切除料头的制造处理。优选的是,料头的切除与托架槽沟的加工是同时实现的,例如,使槽沟的加工处理与料头的切除有效结合。这在本发明的实施方式中得以实现,其中料头或固定部分分别与布置在平面中的托架体的一部分相连,或者与要加工出托架槽沟的开口表面的平面相连。据此,加工托架槽沟连同切除托架槽沟所填充的材料,从而同时切除与之相连的料头或固定部分。

[0011] 更具体地,在本发明的实施方式中,制造正畸矫治器的系统可以包括虚拟正畸矫治器设计计算机,该计算机具有处理器、与处理器连接的存储器、以及存储在存储器中的正畸矫治器设计程序产品。正畸矫治器设计程序产品可以包括用于执行下述操作的指令,所述操作为接收通过本领域技术人员熟知的各种方法获得的患者齿系数据;正畸矫治器设计程序产品可以包括用于执行下述操作的指令,所述操作为,响应于所接收的患者齿系数据,设计限定虚拟正畸矫治器设计数据的正畸矫治器虚拟尺寸表示。正畸矫治器可以包括弓丝(例如可以定制的弓丝)以及多个精密定制托架,各精密定制托架包括托架体(具有朝向牙齿的结合面)、与托架体相连的托架底板、以及托架槽沟。据此,托架包括具有托架槽沟的托架体、以及具有牙齿结合面的托架底板。在优选实施方式中,托架是包括托架体、托架槽沟、以及托架底板的单件式部件。

[0012] 系统还可以包括模具成型装置,模具成型装置可以利用多种技术(诸如,快速成型)来构建所使用的模具,从而形成定制托架。根据本发明的实施方式,模具可以构造为同时形成托架体和托架底板,并布置用于容纳托架成型材料。模具成型装置还包括将托架成型材料分送进模具的机构。各模具通常具有型腔和流道,型腔用于各托架,以及,在托架成型材料位于型腔中时,型腔限定托架的边界,在流道充满托架成型材料时,流道限定料头的边界。从模具中取下时各成型托架体与料头相连。优选的是,料头包括固定部分,该固定部分可以布置在对托架进行取向(以通过电火花加工机构进行加工)的系统的容纳部分中。以这种方式,可以使用固定部分来使托架取向以进行加工,这种取向可以独立于患者齿系数据(包括例如牙齿结合面形状),或者,优选地,这种取向可以依照患者齿系数据进行,例如,形成牙齿结合面的数据、和/或托架槽沟向牙齿结合面的倾斜。

[0013] 作为使托架体成形为具有包括固定部分的料头的替代方案,托架体可以包括独立于料头的固定部分。此外,托架体可以通过其他制造方法进行制造,例如,通过机械加工使托架体具有三维形状,或者,优选地,通过使前体材料(将产生所需材料)熔融成为预定的三维形状。后一种技术可以采用例如激光照射,从而,大致形成托架体的预定形状,再以数字控制方式沿预定图案选择性地熔融前体材料。在金属合金作为托架体构成材料的情况下,前体材料可以包括金属合金颗粒。

[0014] 系统还可以包括数据处理计算机,数据处理计算机布置成(例如)通过计算机网络与虚拟正畸矫治器设计计算机通信,以及,数据处理计算机具有存储器和存储在存储器中的计算机辅助制造程序产品。计算机辅助制造程序产品可以包括执行放电装置控制指令(可由机床读取)导出操作的指令,从而,响应于虚拟正畸矫治器设计数据,执行托架槽沟的形成操作。

[0015] 系统还可以包括电火花加工机构,通过例如计算机网络或本领域技术人员熟知的其他通信介质,该电火花加工机构与数据处理计算机通信。电火花加工机构可以包括具有

存储器的控制器,该控制器可以提供计算机数字控制。控制器还可以包括存储在存储器中的数据通信程序产品,该数据通信程序产品可以包括执行对放电装置控制指令进行接收或者输入操作的指令。控制器还可以包括控制程序产品,该控制程序产品可以包括指令,以响应于所接收的放电装置控制指令,导出传递放电装置控制指令的控制信号。

[0016] 电火花加工机构还可以包括具有放电电极组件(包括电极)的放电装置。放电装置的电极,例如,可以有两种形式:走丝放电电极或走丝电极,以及,刻模放电电极。放电装置可以包括至少一种驱动部件,该驱动部件适合于将托架与电极放电接触方式定位,以响应于控制信号形成托架槽沟,取决于要形成的托架槽沟的类型,还可以在形成托架槽沟的同时使托架与料头分离。

[0017] 根据本发明的实施方式,制作或者制造正畸矫治器的系统可以包括数字控制数据处理器,该数字控制数据处理器形成具有存储器和存储器中所存储控制程序产品的控制器。控制程序产品可以包括执行下述操作的指令:导出传递放电装置控制指令的数字控制信号,以在正畸矫治器托架的托架体中形成托架槽沟,并使托架体与连接至托架体的料头分离。系统还可以包括与控制器通信的放电装置。放电装置可以具有放电电极组件(包括电极)以及至少一种驱动部件,驱动部件适合响应于数字控制信号将托架的托架体布置成与电极成放电接触,以形成托架槽沟,并在形成托架槽沟的同时使托架体与料头分离。

[0018] 根据本发明的实施方式,制作或者制造正畸矫治器的系统可以包括:具有存储器的控制器;存储在存储器中的数据通信程序产品,该数据通信程序产品包括执行放电装置控制指令接收操作的指令,放电装置控制指令描述正畸矫治器托架的托架体中托架槽沟的虚拟尺寸表示;以及同样存储在存储器中的控制程序产品,该控制程序产品包括执行以下操作的指令:响应于放电装置控制指令,导出传递放电装置控制指令的控制信号。系统还可以包括与控制器通信的放电装置,该放电装置具有包括电极的放电电极组件,且具有至少一种驱动部件,驱动部件适合于响应控制信号将托架的托架体定位成与电极放电接触,以根据预定的放电切割图案(例如,导出为与预先选择的弓丝的相关尺寸大致匹配)形成托架槽沟。有利的是,例如,这样能形成托架与弓丝之间提高精密度的界面。

[0019] 此外,本发明的实施方式还包括制造正畸矫治器的方法。例如,根据本发明的实施方式,制造正畸矫治器的方法包括执行以下步骤:从正畸矫治器托架的托架体中托架槽沟的虚拟尺寸表示,导出传递装置控制指令的控制信号。在本说明中,“虚拟尺寸表示”可以用于指限定尺寸表示的一组数据,例如,尺寸、轮廓和/或表面精度或公差。装置控制指令(例如)描述下述操作:执行沿托架槽沟周界延伸并定制成与预选弓丝的相关尺寸大致匹配的放电切割图案,从而与弓丝形成精密界面。该方法还可以包括这样的步骤:以数字控制指令数据作为控制信号,响应于该控制信号,通过例如放电装置和/或其驱动部件的控制,执行放电切割图案,以形成托架槽沟。例如,如果托架体与料头连接,该方法还可以包括以下步骤:执行包括从料头切除托架体的放电切割图案,以在形成托架槽沟时使托架体与料头分离。在托架槽沟是开口端托架槽沟的情况下,可以使槽沟相邻于料头形成,从而,托架槽沟的形成完成时,可以大致同时使托架与料头分离。根据本发明的实施方式,在与托架槽沟的闭合端相邻的托架体中,也可以形成横向延伸部分,构成托架槽沟中的下凹进部。此外,有利的是,在托架槽沟是简管的情况下,可以使用第一切割图案首先切割槽沟,然后,可以根据第二切割图案使相关联的料头(如果有的话)与托架体分离。

[0020] 根据本发明的实施方式,制造正畸矫治器的方法可以包括以下步骤:从正畸矫治器托架的托架体中托架槽沟的虚拟尺寸表示的数据,导出传递装置控制指令的控制信号,装置控制指令描述操作,以执行沿托架槽沟周界延伸并定制成与预选弓丝的相关尺寸大致匹配的放电切割图案。有利的是,得到与弓丝形成增强精密度的界面,以及,得到具有闭合周界的托架槽沟,从而形成托架筒管。该方法还可以包括以下步骤:响应于控制信号执行放电切割图案,以形成托架筒管。据此,根据本发明的正畸矫治器及其制造方法的优点在于:在开口端托架槽沟和闭合端托架槽沟的实施方式中,托架槽沟或托架筒管的至少一个表面(更好的是其两个相对的表面,优选的是两个相对的表面以及基底表面),分别形成以高精密度的正适配(positive fit)容纳弓丝,例如公差最大为30微米、优选最大为20微米。

[0021] 根据本发明的另一实施方式,制造正畸矫治器的方法可以包括以下步骤:从正畸矫治器托架的托架体中托架槽沟的虚拟尺寸表示,导出传递装置控制指令的控制信号,装置控制指令描述操作,以执行放电切割图案从而形成托架槽沟。根据本实施方式,托架槽沟具有开口面端和闭合基底以及在其间延伸的两个隔开的侧面。该方法还可以包括响应于控制信号执行放电切割图案的步骤。放电装置切割图案可以沿托架槽沟的周界延伸,并且,在托架槽沟的基底,放电装置切割图案可以形成从隔开的侧面之一伸进托架体的横向延伸部分,从而形成托架槽沟下凹进部。

[0022] 制造正畸矫治器的方法可以包括以下步骤:导出传递装置控制指令的控制信号,该装置控制指令描述操作,以执行放电切割图案,从而,使正畸矫治器托架的托架体与相连的料头分离,并响应于控制信号执行放电切割图案。

[0023] 有利地,本发明的实施方式提供了一种制造系统和方法,用于制造高精密度托架槽沟、在托架槽沟的侧壁中形成下凹进部、从包埋材模型托架切除料头、以及将高精密度筒管切割进入托架体。本发明的实施方式提供一种制造系统,用于制作正畸矫治器或其一部分的至少一个设计特征,该制造系统包括:数据处理系统,从设计特征的虚拟尺寸表示,导出传递机床控制指令的控制信号;以及制作该设计特征的制造系统,该制造系统包括电火花加工,其提供的精密度和效率是不可能在不采用放电片(sheeting)的系统中得到的。本发明的实施方式涉及利用电火花加工制造正畸矫治器或其部件的特征的制造系统和方法,在一种实施方式的实施中,电火花加工用金属丝切割EDM技术(诸如三菱金属丝EDM SX 10)切割托架的槽沟。

## 附图说明

[0024] 通过下文中结合附图说明的具体实施方式,本发明的这些以及其它的目的、特点、方面和优点将更为明了,其中附图和实施方式均构成说明书的一部分。然而,应当注意到,附图只是图示本发明的不同实施方式,所以,不应当看成对本发明范围的限制,因为本发明还可以包括其他有效的实施方式。在附图中:

[0025] 图1是根据本发明实施方式的正畸矫治器制造系统示意方框图;

[0026] 图2是根据本发明实施方式的正畸矫治器制造处理流程方框图;

[0027] 图3是根据本发明实施方式的正畸矫治器的轴测图;

[0028] 图4是根据本发明实施方式的正畸矫治器托架的轴测图;

- [0029] 图 5 是根据本发明实施方式的正畸矫治器托架的轴测图；
- [0030] 图 6 是根据本发明实施方式的正畸矫治器托架的托架槽沟的轴测图；
- [0031] 图 7 是根据本发明实施方式的正畸矫治器托架的托架槽沟的轴测图；
- [0032] 图 8 是根据本发明实施方式的模具成型装置的轴测图；
- [0033] 图 9 是根据本发明实施方式的铸品树的轴测图；
- [0034] 图 10 是根据本发明实施方式的放电装置的轴测图；
- [0035] 图 11 是根据本发明实施方式的放电装置的轴测图；
- [0036] 图 12 是根据本发明实施方式的正畸矫治器制造方法流程图；
- [0037] 图 13 是根据本发明实施方式的正畸矫治器制造方法流程图；
- [0038] 图 14 是根据本发明实施方式的正畸矫治器托架的轴测图；
- [0039] 图 15 至图 19 是轴测图, 示出根据本发明实施方式的正畸矫治器的模塑机构一部分和成型的托架；
- [0040] 图 20 是根据本发明实施方式的正畸矫治器制造方法流程图；
- [0041] 图 21 是根据本发明实施方式的叠加有托架槽沟切割图案的正畸矫治器托架轴测图；
- [0042] 图 22 是根据本发明实施方式的叠加有托架槽沟切割图案的正畸矫治器托架的示意图；
- [0043] 图 23 是根据本发明实施方式用以执行图 22 所示放电切割图案的 ASCII 格式数字编码序列；
- [0044] 图 24 是根据本发明实施方式的正畸矫治器制造方法的方框流程图；
- [0045] 图 25 是根据本发明实施方式的叠加有托架槽沟切割图案的正畸矫治器托架的轴测图；
- [0046] 图 26 是根据本发明实施方式的叠加有托架槽沟切割图案的正畸矫治器托架的示意图；以及
- [0047] 图 27 是根据本发明实施方式用以执行图 26 所示放电切割图案的 ASCII 格式数字编码序列。

### 具体实施方式

[0048] 下面参照图示本发明实施方式的附图, 更全面地说明本发明。然而, 本发明可以以许多不同形式实施, 而且不应当解释为局限于这里所阐述的示例实施方式。文中相同的标号表示相同的部件。带“'”的符号, 则表示在可选实施方式中类似的部件。

[0049] 如图 1 至图 27 所示, 本发明的实施方式有利地提供了一种新的系统、程序产品和方法, 利用电火花加工方法 (electrical discharge machining) 加工出正畸矫治器或其一部分的特征, 以及, 在具体实施方式中, 使用走丝电火花加工技术“切割”或成形器具的各种特征。“CAD”的意思包括但不局限于计算机辅助设计的任何及全部技术。“CAM”的意思包括但不局限于计算机辅助制造的任何及全部技术。“CNC”或“机床控制”的意思包括但不局限于计算机数字控制的任何及全部技术, 当涉及制造机械和系统时, 包括但不局限于快速成型装置和系统。“切割”的意思包括进行电蚀。“EDM”或“EDM-ing”的意思包括但不局限于电火花加工 (放电加工) 的任何及全部技术。术语“3D”指三维。本说明书中用来描述

本发明及其不同实施方式的词汇, 不仅应当根据其一般含义来理解, 而且包括超出一般含义之外, 在本说明书中记载的结构、材料或者作用等方面的特定含义。

[0050] 如图 1 和图 2 所示, 制作或制造正畸矫治器的系统 30 的实施方式可以包括虚拟正畸矫治器设计计算机 31, 虚拟正畸矫治器设计计算机 31 具有处理器 33、与处理器 33 结合的存储器 35、以及存储在存储器 35 中的正畸矫治器设计程序产品 37。正畸矫治器设计程序产品 37 可以包括指令, 以接收通常通过本领域技术人员周知的多种方法获得的患者齿系数据; 以及, 正畸矫治器设计程序产品 37 可以包括指令, 以响应于所接收患者齿系数据, 设计正畸矫治器 41 的虚拟尺寸表示 (virtual dimensional representation), 正畸矫治器 41 的虚拟尺寸表示限定虚拟正畸矫治器设计数据。

[0051] 如图 4 至图 7 所示, 正畸矫治器 41 包括定制弓丝 43 和多个精密定制托架 45, 各精密定制托架 45 包括托架体 47、与托架体 47 相连的托架底板 49、以及在托架体 47 中具有托架槽沟 51、53, 托架沟槽具有宽度 55。托架体 47 还可以包括托架翼 57、托架牵引钩 59, 以及还可以包括本领域技术人员周知的其他设计特征。开口端托架槽沟 51 包括开口面端 61、闭合基底 63、以及在开口面端 61 与闭合基底 63 之间延伸的两个侧面 65、66。开口端托架槽沟 51 (参见图 4 和图 6) 还可以包括从侧面 65、66 之一或二者开始的横向延伸部分, 该横向延伸部分与基底 63 相邻, 并且延伸进入托架体 47, 形成宽度超过槽沟宽度 55 宽度的下凹进部 67。托架体 47 的开口面端 61 附近部分可以是弓形的, 或者可以具有更平坦的形状。托架槽沟 51 的侧面 65、66 和基底 63 可以具有大致平坦的表面, 以及, 对应地, 例如沿槽沟宽度 55 的尺寸公差可以小于 30 微米, 优选低至大约 8 微米。闭合端 (筒管) 托架槽沟 53 (参见图 5 和图 7) 可以包括闭合面端 69, 除此之外与开口端托架槽沟 51 类似。也就是, 闭合端托架槽沟 53 也包括基底 63'、一对侧面 65'、66'、宽度 55', 并且可以包括下凹进部 67'。同样地, 托架筒管槽沟 53 沿其各槽沟宽度 55' 的公差可小于 30 微米, 优选低至大约 8 微米。

[0052] 如图 8 所示, 系统 30 还可以包括模具成型装置 71, 如本领域技术人员熟知的, 模具成型装置 71 可以利用不同的技术, 诸如快速成型方法形成模具 73, 从而用来制作定制托架 45。多种快速成型技术可以包括例如立体平版印刷、叠层实体制造 (laminated object)、选择性激光烧结、熔融沉积成型制造技术、复印固化成形 (solid ground curing)、以及三维喷墨印刷, 在此仅仅列出几种制造技术。根据本发明的实施方式, 模具 73 可同时形成托架体 47 和托架底板 49。将模具 73 设置为容纳托架成型材料 75, 以及, 分送机构 77 设置为将托架成型材料 75 分送到模具 73。在本发明的实施方式中, 可选如 Wiechmann 等人提出的名称为 “Modular System for Customized Orthodontic Appliances” 的美国专利 No. 6, 776, 614 中所述, 该专利的全部内容在此以引用的方式并入本文, 使用快速成型技术, 籍此, 通过对患者牙齿印模进行三维扫描, 形成托架 45 (托架体 47 和托架底板 49) 的计算机辅助设计, 来制作例如托架 45 的蜡或树脂模型, 然后使用该模型形成托架 45 的模具 73 (例如黏固剂模具)。各模具 73 通常具有: 型腔 79, 用于形成各托架 45, 并在托架成型材料 75 置于其中时形成托架体 47 和托架底板 49 的周界; 以及流道 81, 形成托架成型材料 75 填充时料头 83 (参见图 9) 的周界。如图 14 较清楚地示出, 将成型件从模具 73 中取出时, 各成型托架体 47 可与料头 83 相连。

[0053] 如图 1 和图 2 所示, 系统 30 还可以包括数据处理计算机 91, 数据处理计算机 91

布置成例如通过计算机网络 93 与虚拟正畸矫治器设计计算机 31 通信,以及,数据处理计算机 91 具有存储器 95 和存储在存储器 95 中的计算机辅助制造程序产品 97。计算机辅助制造程序产品 97 可以包括指令,以响应于虚拟正畸矫治器设计数据,进行放电装置控制指令的导出操作,该放电装置控制指令可由机床读取,以执行托架槽沟 51、53 的形成操作。也就是,放电装置控制指令可以包括执行沿托架槽沟 51、53 周界延伸的放电切割图案制作操作的指令。指令中还可以包括在形成托架槽沟 51、53 同时使托架体 47 与料头 83 的固定部分分开的操作指令。应当注意到,根据本发明的实施方式,虚拟正畸矫治器设计数据可以人工输入数据处理计算机 91,或者,人工从数据处理计算机 91 接收数据。当设计特征例如托架槽沟宽度 55、55' 由少量参数描述时,可以使用这种方法。如果设计特征表征更复杂的特征,那么,所提供的设计输入来自虚拟正畸矫治器设计计算机 31 则更为合适。应当注意到,存储器 95,连同其他描述的存储器,可以包括本领域技术人员已知的易失性和非易失性存储器,包括,例如 RAM、ROM、以及磁盘或光盘,仅仅列出几种。还应当注意到,计算机辅助制造程序产品的放电装置控制指令可以成微码、程序、子程序、以及符号语言的形式,提供有序操作的特定组或组群,用于控制硬件的功能并引导其操作。根据本发明的实施方式,指令特别明确适合于数字控制装置使用。

[0054] 如图 1 和图 2 所示,系统 30 还包括电火花加工机构 101,使用例如 RS-232-C 串行通信口或本领域技术人员已知的其他通信介质,通过例如计算机网络 93,电火花加工机构 101 与数据处理计算机 91 通信。电火花加工机构 101 可以包括具有存储器 105 的控制器 103,例如,机床控制单元,其可以提供计算机数字控制。控制器 103 还可以包括:用户输入装置或本领域技术人员已知的装置;以及存储在存储器 105 中的数据通信程序产品 107,数据通信程序产品 107 可以包括执行放电装置控制指令的接收或者输入操作的指令。控制器 103 还可以包括控制程序产品 109,控制程序产品 109 包括响应于所接收的放电装置控制指令导出控制信号的指令,其中控制信号传递放电装置控制指令。应当注意到,根据本发明的实施方式,控制器 103 与数据处理计算机 91 之间通信,作为选择,也可以通过使用例如便携式计算机可读取介质的人工数据传送,控制器 103 接收(输入)来自数据处理计算机 91 的放电装置控制指令。

[0055] 如图 10 和图 11 所示,电火花加工机构 101 还可以包括放电装置 111、111',放电装置 111、111' 具有放电电极组件 113、115(包括电极 117、119)。典型的 DC 电源以及与 DC 电源(未示出)电连接的火花控制器提供高频脉冲波,在电极 117、119 和托架体 47 相邻于电极 117、119 的部分之间,形成对应的一串高频率电火花放电弧。放电装置 111、111' 的电极例如可以采用两种形式,走丝电火花电极或走丝电极 117(参见图 10)、以及刻模放电电极(die-sinker-electrical discharge electrode)119(参见图 11)。

[0056] 如图 10 所示,放电装置 111 使用走丝电极 117,放电装置 111 的电极组件 113 包括:容纳走丝电极 117 未用部分的供丝盘或绕轴 121,在切割图案时连续供走丝电极 117;以及容纳走丝电极用过部分的收丝盘或绕轴 123,将通过切割图案形成托架槽沟 51 时从供丝盘 121 供给的走丝电极收集起来,并向走丝电极 117 提供张力。布置在供丝盘 121 与收丝盘 123 之间的是供丝导向盘 125 和收丝导向盘 127。在切割操作期间,走丝电极 117 从供丝盘 121 稳定送出,并保持在供丝导向盘 125 与收丝导向盘 127 之间。走丝电极 117 通常使用水作为其电介质,可以通过相邻于托架体 47 布置的喷嘴(未示出)将水分送。可以选

择电极负极性以提高制造速度。也可以选择电极正极性以生产更精细的托架槽沟表面。也可以根据所需将二者结合应用。

[0057] 根据本发明的实施方式,放电装置 111 包括放电装置驱动台 129,如本领域技术人员所理解的,例如,响应于控制信号,使用步进电机或 DC 电机(未示出),使放电装置驱动台 129 适合于在 X-Y 平面内移动,以将托架体 47 与走丝电极 117 布置成放电接触,从而完成切割图案以形成托架槽沟 51、53。根据本发明的另一实施方式,例如,响应于控制信号,使用步进电机或 DC 电机(未示出),如本领域技术人员所理解的,使供丝导向盘 125 和收丝导向盘 127 在 X-Y 平面内移动,以定位走丝电极 117 来完成切割图案。根据本发明的实施方式,可以进一步独立布置供丝导向盘 125 或者收丝导向盘 127,从而能形成非平行、非平坦表面的各种几何形状。应当注意到,响应于控制信号,经由导向盘 125、127 二者或其一、或者经由驱动台 129 而使走丝电极 117 移动,也可以同时使托架体 47 与料头 83 分开。

[0058] 如图 11 所示,放电装置 111' 使用刻模放电电极 119,放电装置 111' 的电极组件 115 可以包括压头 (ram) (未示出),在形成切割图案的孔部分以制作托架槽沟 53 时,压头使电极延伸以与托架 45 的本体相邻。应当注意到,可以使用与收丝盘 125 不连接的走丝电极 117 的一部分来作为刻模电极,从而代替使用特定的刻模电极 119。应当注意到,根据本发明的实施方式,其他制造方法包括例如,穿过托架体 47 钻出开始孔,或者,作为成型处理的一部分,穿过托架体 47 形成开始孔,也皆在本发明的范围内。无论使用什么方法来形成开始孔,一旦已经形成穿过托架体 47 的开始孔,就可以将走丝电极 117 的末端与收丝盘 125 相连接,从而起到如上所述的作用,以便以筒管形式形成托架槽沟 53,下文进行描述。

[0059] 如图 1 至图 27 所示,本发明的实施方式还包括制造正畸矫治器的方法。例如,如图 12 所示,根据本发明的实施方式,制作正畸矫治器的方法可以包括:接收患者齿系数据(方框 141),患者齿系数据通过例如使用本领域技术人员所熟知的技术进行错位咬合检查/诊断而获得;根据所接收的患者齿系数据,设计正畸矫治器的虚拟尺寸表示(方框 143);然后,制造正畸矫治器(方框 145)。例如,在正牙医生诊所,正牙医生或其他医学专家对患者进行检查,以汇集用于判断患者状况所必需的数据,开具适当处理的处方,以及详细说明实施该处理的正畸矫治器特征。可以使用形成虚拟模型的物理模具,制造分别包括患者上下颌的上颌骨模型和下颌骨模型的物理模型。可选择地,可以使用各种扫描技术直接形成虚拟模型。无论采用什么方法,虚拟模型连同说明对患者所施加处理的处方、以及由此处理达到的结果都可以用来形成齿系数据。可以将此数据传输至器具设计制造工厂,那里,借助于计算机,可以实现定制正畸矫治器 41 的设计,所使用的计算机为,例如虚拟正畸矫治器设计计算机 31、工作站、或本领域技术人员熟知的其他数据处理器,其中可以存储患者齿系的三维虚拟模型、以及处理规划软件或者用于在虚拟模型中移动牙齿以确定完成位置的程序产品。

[0060] 正畸矫治器 41 可以包括定制弓丝 43 和多个精密定制托架 45,各精密定制托架 45 包括托架体 47、与托架体 47 相连的托架底板 49、以及托架体 47 中的托架槽沟 51、53。可以使用多种弓丝制造系统和方法,诸如,在 Rubbert 等人提出的名称为“Method and System for Customizing an Orthodontic Archwire”的美国专利 No. 6,928,733 中所描述的(该专利的全部内容在此以引用的方式并入本文),制成布置在托架槽沟 51、53 中的定制精密弓丝 43,以形成精密界面,在托架槽沟宽度尺寸方面,精密界面可以提供例如小于等于

20 微米且低至 8 微米的组合公差。弓丝 43 通常由不锈钢、镍 - 钛基合金、钛 - 铌基合金、或者钛 - 钼基合金形成,但也可以使用本领域技术人员熟知的各种其他材料制成。托架 45 通常由不锈钢、钛、或者钛基合金制成,但也可以由本领域技术人员熟知的各种其他材料制成。

[0061] 可以采用形成虚拟托架底板和托架体的多种方法。Wiechmann 等人提出的名称为“Modular System for Customized Orthodontic Appliances”的美国专利 No. 6, 776, 614 的全部内容在此以引用的方式并入本文,其中描述了设计正畸矫治器 41 的虚拟尺寸表示(用来制造托架 45)的方法,包括:借助于访问托架特征虚拟描述库的计算机的帮助,为单独的患者设计定制畸齿矫正托架 45 的系统和方法。例如,根据一种方法,根据患者牙齿的数字表示,可以直接导出托架底板几何形状,以产生与牙齿表面形状大致吻合的托架底板 49。根据由 Wiechmann 等人描述的另一方法,采用软件算法,通过分析牙齿表面的曲率,自动或者半自动地计算适当的托架底板面积,并确定大到足以覆盖相当多曲率特征的表面,从而能够手工将托架 45 可靠布置到牙齿表面上。这种算法可以例如从预定底板尺寸开始。由该底板尺寸覆盖的牙齿表面将形成具有至少一个相对周围牙齿组织凸起的部分的虚拟“墩(knoll)”,因为完全平坦牙齿表面对于托架独特配置不能提供帮助。只要以任何方便的方式用连续表面将底板的边缘连接起来,就可以计算出墩的体积。牙齿表面的曲率越小,墩就越平坦,且其体积越小。如果“墩”的体积不超过预定值,按预定值自动放大该底板,基于这样的思路:体积越大越有可能包括足够的凸起牙齿特征。再次计算体积。继续该循环,直至各底板得到最小体积值。这只是关于这种自动算法的示例途径。根据这里讲述的原理,容易选择其他途径。

[0062] 托架底板 49 远离患者牙齿的部分,也可以设计成与患者牙齿的几何形状相符。还可以设计托架体 47 并使其与托架底板 49 结合。例如,预先建立托架体 47 的库,并将其存储在计算机中以允许随时选择,然而,也能容易地定制托架体 47 以满足患者需要。也可以根据患者需要设计托架槽沟 51、53。例如,可以将托架槽沟 51、53 设计成与患者牙齿的几何形状定位。托架槽沟 51、53 可以成为以下形式:延伸进入托架体表面的开口端槽沟 51,或者,穿透托架体 47 形成筒管的闭合端槽沟 53。这种制造方法优点在于,对应于计算出的仅仅 0.7 度的转动角,沿任何一类槽沟 51、53 的托架槽沟宽度 55、55' 的公差(例如)可以小于 30 微米并可使公差低达约 8 微米。对于开口端槽沟的公差高达 40 微米、以及闭合端槽沟的公差高达 40 微米至 100 微米的现有技术而言,这是重大改进。这种精密度可以更有利于获得更符合预定要求的修整处理。

[0063] 此外,托架设计可以包括其他配件,诸如托架翼 57 或托架牵引钩 59。一旦组合托架底板 49、托架体 45 与其他附件的三维设计完成,对形成正畸矫治器的其他各托架 45 重复进行这种处理。

[0064] 如图 13 所示,根据本发明的实施方式,制造正畸矫治器的方法可以包括使用如本领域技术人员熟知并理解的各种成型技术。也就是,这些方法可以包括灌注、注射或其他方法将托架成型材料 75 送进模具 73(方框 151)。模具 73(参见图 8)可以具有用于各托架 45 的型腔 79,当在型腔 79 中放置托架成型材料 75 时,型腔 79 限定托架体 47 和托架底板 49 的周界。在模具 73 中,例如,单独的流道或浇口 81 连接至各型腔 79,从而提供单独的通道用于将托架成型材料 75 送进各型腔 79。在用托架成型材料 75 填充时,各流道 81 形成

料头 83。根据本发明的实施方式,当托架成型材料 75 固化并从模具 73 中取出托架 45 时,成型的各托架体 47 保持与料头 83 相连(参见图 9 和图 14 至图 19)。当料头 83 连到一起时,料头 83 形成所谓的铸品树(mold tree)。

[0065] 根据本发明的实施方式,制造正畸矫治器的方法可以包括使用自动加工技术。也就是,制造正畸矫治器 41 的方法可以包括:可以使用例如数据处理计算机(如数据处理计算机 91)从托架体 47 中托架槽沟 51、53 的虚拟尺寸表示导出装置控制指令,计算机包括软件或程序产品,如先前描述的计算机辅助制造程序产品 97(参见图 1),用来明确表示装置控制指令(方框 153)。装置控制指令描述以下操作:形成沿托架槽沟 51、53 周界延伸的切割图案,从而与弓丝 43 形成精密界面,其中,切割图案可以定制为与预选定制精密弓丝 43 的相关尺寸大致匹配。装置控制指令可以通过人工方式或通过计算机网络提供给托架制造装置(如放电装置 111、111')的控制器,例如控制器 103(方框 155)。然后,使用例如传递控制程序产品 109 的控制器 103,响应于所接收的放电装置控制指令,导出传递放电装置控制指令的控制信号(方框 157)。然后,响应于控制信号执行放电切割图案,以形成托架槽沟 51、53(方框 159)。

[0066] 如图 20 所示,根据本发明的实施方式,托架槽沟为开口端托架槽沟 51 的情况下,制造正畸矫治器 41 的方法可以包括响应于控制信号执行放电切割图案,以形成托架槽沟,如图 21 和图 22 所示。在开口端托架槽沟结构中,托架槽沟 51 具有开口端 61、闭合基底 63、以及两个隔开的侧面 65、66,侧面 65、66 在基底 63 与开口端 61 之间延伸,以及,例如,托架槽沟 51 可以形成以适应使其取向平行于牙齿的内表面,使得托架根据托架底板 49 的大致取向进行定位和/或对齐。也就是,可以使托架槽沟 51 取向大致平行于牙齿表面的取向、托架底板几何形状或二者。类似地,根据本发明的实施方式,托架体 47 可以具有与对应牙齿的形状大致相符的形状。

[0067] 根据本发明的实施方式,利用电火花加工机构 101 在托架体 47 中“切割”加工出托架槽沟 51,电火花加工机构 101 包括装有走丝电极 117 的放电装置 111(参见图 10)。放电装置控制器 103 接收装置控制指令以形成放电图案(方块 171),装置控制指令或者直接来自用户,或者通过与数据处理计算机 91 或系统(提供描述电极 117 或托架 45 移动的装置控制指令)的通信连接提供。例如,数据处理计算机 91 可以具有计算机辅助制造程序或代码 97,计算机辅助制造程序或代码 97 可以接收来自虚拟畸齿矫正装置设计计算机 31(包括畸齿矫正设计程序)或者来自其他形式的计算机辅助设计程序的输入,或者,计算机辅助制造程序或代码 97 可以接收来自畸齿矫正设计程序或者自身与计算机辅助制造程序一起留在数据处理计算机 91 中的其他计算机辅助设计程序的输入。根据本发明的实施方式,类似于使用人工操作符编程创建的装置控制指令,计算机辅助制造程序 97 可以形成装置控制指令(例如计算机数字控制程序),例如如图 23 所示的 G 代码级程序(方框 173),如本领域技术人员所理解的那样。如上所述,可以比较容易地将此代码传送至放电装置控制器 103,以控制处理放电切割图案(方框 175)。

[0068] 成型之后,托架 45 可以构造成经由料头 83 相连的铸品树。从模具 73 取下托架 45 之后,将各托架 45 和相关联的料头 83 布置在放电装置驱动台上,以在各托架的托架体中“切割”出托架槽沟,并将托架 45 从铸品树取下。在相邻于电极 117 布置铸品树(方框 177)之后,可以开始放电切割图案(方框 179)。如本领域技术人员所熟知的,初始进行图案加工

可以通过放电装置操作人员以手动方式进行,或者通过使用传感器以自动方式进行。根据本发明的实施方式,运送铸品树的放电装置驱动台 129 可以将各托架体 47 单独定位以与走丝电极 117 放电接触。根据本发明的另一实施方式,这是经由相关联的导向盘 125、127 移动完成的。

[0069] 在放电切割图案开始时,定位铸品树上的第一托架 45,使得在开始点,例如图 21 中所示的开始点  $P_0$  (如本领域技术人员所知的,这与装置 101 的程序零点有关) 处,第一托架 45 与走丝电极 117 适当相邻(方框 181)。另外,容纳走丝电极 117 未用部分的供丝盘 121 开始连续提供走丝电极 117,而容纳走丝电极 117 用过部分的收丝盘 123 开始收集来自供丝盘 121 的走丝电极 117。还使高频电流流过走丝电极 117,并供给电介质流体(未示出),使得走丝电极 117 与托架体 47 之间间隙中的电压可以电离电介质流体,并允许“火花”在托架体 47 上进行侵蚀处理,以形成托架槽沟 51。

[0070] 根据本发明的实施方式,响应于装置控制指令,对驱动台 129 进行定位,进而对托架体 47 进行定位,以根据切割图案的第一路径 (leg)  $L_1$  平移托架 45,使得走丝电极 117 与托架体 47 电接合而不是直接接触。在点  $P_1$ ,使电极 117 与托架体 47 电接合,侵蚀处理开始(方框 183),托架 45 表面的一部分熔融或者蒸发。然后,沿路径  $L_2$  平移托架体 47,直至到达托架槽沟 51 中第一侧面 65 的期望开始点  $P_2$ 。有效地,图案的这种开始部分,特别是第二路径  $L_2$ ,可以沿托架体 47 外表面的一部分使切割图案以大致与第一侧面 65 横交的方式延伸,并进入料头 83 的一部分。

[0071] 然后,沿路径  $L_3$  平移托架体直至达到托架体 47 内的期望深度,形成第一侧面 65 的长度(方框 185)。然后,沿路径  $L_4$  平移托架体 47 直至到达托架体 47 内期望的横向深度,形成从第一侧面延伸进入托架体的横向延伸部分。然后,沿路径  $L_4$  拉回托架体 47,并沿路径  $L_5$  平移直至到达托架体 47 内期望的横向深度,形成托架槽沟基底 63,并形成从第二侧面 66 延伸进入托架体的横向延伸部分(方框 187)。然后,沿路径  $L_5$  拉回托架体 47 直至到达托架体内期望的开始点  $P_3$ ,以开始形成第二侧面 66。突出于第一侧面 65 和第二侧面 66 的横向延伸部分构成为托架槽沟下凹进部 67(方框 189)。然后,沿路径  $L_6$  平移托架体 47,直至到达托架槽沟切割图案结束点  $P_4$  (通常相邻于第一侧面 65 的开始点  $P_1$  布置),形成第二侧面 66 的长度(方框 191)。应当注意到,尽管图示成互相平行,但第一侧面 65 和第二侧面 66 也可以与托架槽沟 51 的基底 63 形成锐角,使得两个隔开的侧面 65、66 从托架槽沟基底 63 到托架槽沟开口 61 会聚方式延伸,或者从托架槽沟开口 61 到托架槽沟基底 63 会聚方式延伸。

[0072] 然后,沿路径  $L_7$  平移托架体 47 直至离开料头 83,从而使托架体 47 与料头 83 有效分离,从而与铸品树有效分离(方框 193)。如果托架体设计包括诸如图 4 和图 21 中所示的托架翼 57,则进一步平移托架体 47,使得切割图案沿托架翼 57 的槽沟侧表面延伸,从而形成托架翼 57 的槽沟侧表面,使托架体 47 与料头 83 分离。应当注意到,如先前所述,也可以平移导向盘 125、127,而不是平移托架体 47,来执行上文操作以及下文操作。

[0073] 如图 24 所示,根据本发明的实施方式,在托架槽沟是穿过托架体 47 的导槽或筒管的闭合端托架槽沟 53 的情况下,制造正畸矫治器 41 的方法可以包括响应于控制信号执行放电切割图案以形成托架槽沟,如图 25 和图 26 所示。在管状托架槽沟结构中,托架槽沟 53 具有闭合周界并延伸穿过托架体 47。类似于开口端托架槽沟 51,例如,管状托架槽沟 53 也

可以形成为适合于平行于牙齿的内表面取向,使得托架体 47 根据托架底板 49 的大致取向定位或定位于该取向。也就是,可以使托架槽沟 53 取向大致平行于牙齿表面的取向、托架底板几何形状或二者。类似地,带有管状托架槽沟 53 的托架体 47 也可以具有与对应牙齿形状大致相符的形状。

[0074] 根据本发明的实施方式,响应于控制信号,执行第一放电切割图案,以形成托架筒管 53。图案沿托架筒管 53 的周界延伸,并且可以定制为与预先选择的弓丝 43 的相关尺寸匹配,从而与弓丝 43 形成精密界面。使用例如刻模电极 119 与走丝电极 117 的组合,在托架体 47 内“切割”出托架筒管 53。如先前所述,放电装置控制器 103 可以接收装置控制指令,以形成放电图案(方块 201),装置控制指令诸如图 27 中所示的那些指令,或者直接来自用户,或者通过与数据处理计算机 91 或系统(提供描述电极移动的装置控制指令)的通信连接进行提供。可选择地,可以通过本领域技术人员熟知的其他措施来形成开始孔。在定位铸品树之后(方框 203),或者通过放电装置 101 操作人员的手动方法,或者通过使用传感器的自动方式(如本领域技术人员所知的),可以开始放电切割图案(方框 205)。

[0075] 在开始放电切割图案时,对铸品树上需要切割出筒管的第一托架 45 进行定位,使得在开始点,例如图 25 中所示的开始点  $TP_0$ 。(其可设定为与放电装置 111' 的程序零点相关联)处,托架与走丝电极 117 适当相邻。如果没有预先形成开始孔道 130(方框 207),可以使用刻模电极 119 或不连续的一段走丝 117 制成或者刻制开始孔道 130(方框 209)。使高频电流流过电极 117、119,并供给电介质流体,使得电极 117、119 与托架体 47 之间间隙中的电压可以电离电介质流体,以在托架体 47 上执行侵蚀处理,从而形成用于托架筒管 53 的开始孔道。在刻制孔道 130 以使走丝电极 117 能够正常伸展之后,在开始点  $TP_0$  处,将走丝电极 117 穿过孔道 130(方框 211)。按照用户选择的速度或者随材料而定的速度,容纳走丝电极 117 未用部分的供丝盘 121 开始连续提供走丝电极 117,而容纳走丝电极 117 用过部分的收丝盘 123 开始收集来自供丝盘 121 的走丝电极 117。如先前所述,还使高频电流流过走丝电极 117,并供给电介质流体,以在托架体 47 上执行侵蚀处理,从而形成托架筒管。

[0076] 根据本发明的优选实施方式,响应于装置控制指令,根据切割图案的第一路径  $TL_1$  平移托架体,使得走丝电极 117 电侵蚀托架体材料,直到托架筒管 53 的期望周界部分(方框 213),例如,在初始周界开始点  $TP_1$  处。然后,沿路径  $TL_2$  平移托架体 47 直至到达第一侧面 65' 的期望开始点  $TP_2$ 。然后,沿路径  $TL_3$  平移托架体 47 直至到达托架筒管 53 的期望长度。然后,沿路径  $TL_4$  平移托架体 47 直至达到托架槽沟 53 的期望宽度 55'。然后,沿路径  $TL_5$  平移托架体 47 直至达到第二侧面 66' 的期望长度。然后,平移托架体 47 直至到达初始周界开始点  $TP_1$ ,完成托架槽沟 53 的周界(方框 215)。然后,将走丝电极 117 从托架筒管 53 内取出(方框 217)。应当注意到,尽管图示成互相平行,但第一侧面 65' 和第二侧面 66' 也可以与槽沟 53 的托架槽沟基底 63' 形成锐角,使得两个隔开的侧面 65'、66' 从托架槽沟基底 63' 或者向托架槽沟基底 63' 以会聚方式延伸。此外,类似于开口端托架槽沟 51,如先前所述,可以延伸一个或更多路径的长度或宽度,使得切割的长度超过托架筒管 53 的长度或宽度,从而形成下凹进部。

[0077] 根据本发明的实施方式,响应于控制信号,还可以执行第二放电切割图案,以使托架体 47 与料头 83 分开(参见图 25 至图 27)。开始第二放电切割图案(方框 221)时,定位托架体 47,使得在开始点(例如图 25 所示的开始点  $S_0$ )处,托架 45 与走丝电极 117 适当相

邻（方框 223）。然后，根据切割图案的第一路径  $LP_1$  使托架体 47 改变位置。然后，沿路径  $LP_2$  平移托架体 47 直至离开料头 83，使托架体 47 与料头 83 进而与铸品树有效分离（方框 225）。

[0078] 值得注意的是，尽管以全部功能系统的方式对本发明实施方式进行了说明，但本领域技术人员应当理解，本发明的机理和 / 或方面可以分布为指令的计算机可读取介质的形式，采用在单处理器、多处理器等上运行的多种形式，以及，无论采用何种具体类型的信号承载介质来实际实现此分布，本发明同样适用。计算机可读取介质的示例包括但不限于：非易失性硬编码类型介质，诸如只读存储器（ROM）、CD-ROM、以及 DVD-ROM；或者电可擦可编程只读存储器（EEPROM）；可记录类型介质，诸如软盘、硬盘驱动器、CD-R/RW、DVD-RAM、DVD-R/RW、DVD+R/RW、闪存、以及其他新类型的存储器；以及传输类型介质，诸如数字和模拟通信连接。

[0079] 如图 1 至图 27 所示，本发明的实施方式包括计算机可读取介质，可由制作或制造正畸矫治器的计算机进行读取。例如，根据本发明的实施方式，提供了含有一组指令的计算机可读取介质，当由计算机执行这组指令时，使计算机完成以下操作：接收正畸矫治器 41 托架 45 的托架体 47 中的托架槽沟 51、53 的虚拟尺寸表示；以及，响应于托架槽沟 51、53 的虚拟尺寸表示和 / 或用户输入，导出装置控制指令。装置控制指令包括那些指令，以完成沿托架槽沟 51、53 周界延伸的放电切割图案的形成操作，具有足够与预选弓丝 43 的相关尺寸大致匹配的精密度，从而与弓丝 43 形成精密界面。

[0080] 具体而言，对于开口端槽沟 51 而言，或许最好如图 21 所示，例如，装置控制指令可以包括那些完成以下操作的指令：检测或者判断托架体 47 上形成切割图案开始点的位置，以开始电火花加工；沿托架体外表面中与槽沟 51 开口相邻的部分，使切割图案的开始部分延伸；切割伸进托架体 47 的通道，以形成槽沟 51 的第一侧面 65；切割至少局部横向于第一侧面 65 延伸的通道，以形成托架基底 63；以及，使切割通道延伸到托架体 47 的表面，以形成第二侧面 66，并完成托架槽沟 51 的形成。指令还可以包括那些完成以下操作的指令：从隔开的侧面 65、66 之一或二者，与托架槽沟 51 的基底 63 相邻，形成伸进托架体 47 的横向延伸部分，从而形成托架槽沟下凹进部 67。指令还可以包括那些完成以下操作的指令：使切割图案的一部分沿托架翼 57 的槽沟侧表面延伸，从而形成托架翼 57 的槽沟侧表面。有利地，根据本发明的实施方式选择切割图案，如果适用的话，通过托架槽沟 51 的完成或者切割托架翼 57 槽沟侧表面的完成，使托架体 47 与相关料头 83 的分离。

[0081] 对于闭合端槽沟 53 而言，或许最好如图 25 所示，例如，装置控制指令可以包括那些完成以下操作的指令：检测或者判断托架体 47 上形成切割图案开始点的位置，以开始电火花加工；使切割图案的开始部分延伸到与托架槽沟 53 内周界相邻的点；使切割图案沿托架槽沟 53 的内周界延伸，从而形成托架槽沟 53。指令还可以包括那些完成以下操作的指令：从侧面 65'、66' 之一，与托架槽沟 53 的基底 63' 相邻，形成伸进托架体 47 的横向延伸部分，从而形成托架槽沟下凹进部。应当注意到，对于没有预先形成开始孔道 130 的托架体 47 而言，指令还可以包括执行开始孔道 130 形成操作的指令。指令还可以包括那些执行以下操作的指令：检测或判断托架体 47 上形成第二切割图案开始点的位置，以开始电火花加工；以及，使第二切割图案延伸通过料头 83，从而使托架体 47 与料头 83 分离。

[0082] 根据本发明的实施方式，提供含有一组指令的计算机可读取介质，当由计算机执

行该组指令时,使计算机进行以下操作:接收放电装置控制指令,该放电装置控制指令描述正畸矫治器 41 托架 45 的托架体 47 中的托架体槽沟 51、53 的虚拟尺寸表示;以及,响应于放电装置控制指令,导出传递放电装置控制指令的控制信号,以完成上述操作。

[0083] 具体参照前文例示的实施方式对本发明进行了相当详细的说明,然而,应当理解,如在前述说明中所述,在本发明的精神和范围内可以做出多种修改、更改和其他改变。例如,上文描述无槽沟的托架在模具中进行生产。生产预处理托架的其他方法在上述技术范围内。此外,例如,上文描述托架槽沟根据装置控制指令形成。在本发明的可选实施方式中,可以单独使用或组合使用或与电火花加工组合使用其他加工方法,包括本领域技术人员周知的铣削、钻孔、车削、珩磨、超声波加工、高压水切割或粉碎,来执行上述沿托架槽沟周界延伸的加工图案,以提供与弓丝的相关尺寸大致匹配的定制托架。

[0084] 另外,对于本领域普通技术人员来说,可以对本发明所要求保护的技术方案进行非实质性的变化(现在已知的变化或以后设计的变化),这些变化都是在权利要求范围内的等效置换。所以,对本领域普通技术人员而言,现在和以后进行的显而易见的置换都在所限定部件的范围内。此外,在本说明书中用来描述本发明及其不同实施方式的词汇,应理解为不仅表达其一般定义的意思,而且在一般定义的意思之外还包括在本说明书中对结构、材料或者动作进行的特殊定义。

[0085] 据此,本发明涉及用于制造正畸矫治器的装置,该装置包括:虚拟正畸矫治器设计计算机,虚拟正畸矫治器设计计算具有处理器、与处理器结合的存储器、以及存储在存储器中的正畸矫治器设计程序产品,正畸矫治器设计程序产品包括对患者齿系数据进行接收操作的指令,以及,包括响应于所接收的患者齿系数据对正畸矫治器的虚拟尺寸表示进行设计操作的指令,正畸矫治器的虚拟尺寸表示定义虚拟正畸矫治器设计数据,正畸矫治器包括定制弓丝和多个精密定制托架,各精密定制托架包括朝向牙齿的结合面和托架槽沟;布置以形成各托架的模具成型装置,其包括模具(布置以容纳托架成型材料)以及分送机构(布置以将托架成型材料分送进入模具),模具具有用于多个托架的每一个托架的型腔,在型腔中放置有托架成型材料时,型腔限定托架的周界,并且,模具具有以流道,在充满托架成型材料时,流道限定料头的周界,各成型托架从模具中取出时与料头相连;数据处理计算机,其与虚拟正畸矫治器设计计算机通信,并具有存储器和存储在存储器中的计算机辅助制造程序产品,计算机辅助制造程序产品包括指令,以执行将放电装置控制指令导出的操作,放电装置控制指令包括执行图案形成操作的那些指令,所形成图案描述对应于虚拟正畸矫治器设计数据的托架槽沟虚拟尺寸表示;以及电火花加工机构,其与数据处理计算机通信,并包括具有存储器和存储在存储器中的数据通信程序产品的控制器,数据通信程序产品包括执行放电装置控制指令接收操作的指令,以及,电火花加工机构还包括存储在存储器中的控制程序产品,该控制程序产品包括指令,以响应于所接收的放电装置控制指令,导出传递放电装置控制指令的控制信号,以及,放电装置包括放电电极组件,该放电电极组件包括电极和至少一个驱动部件,响应于控制信号,驱动部件适合于将各托架布置成与电极放电接触,以形成托架槽沟,并且,驱动部件适合于在形成托架槽沟的同时使托架与料头分离。

[0086] 优选的是,放电装置控制指令包括指令,以执行形成放电切割图案(沿托架槽沟延伸)的操作。

[0087] 此外,优选的是,托架槽沟包括开口面端和闭合基底以及在其间延伸的两个隔开的侧面,以及其中,切割图案的开始部分沿托架外表面的一部分以大致横向于至少一个侧面的方式延伸。

[0088] 可选择地,托架槽沟包括开口面端和闭合基底以及在其间延伸的两个隔开的侧面,其中托架包括具有槽沟侧表面的托架翼,以及其中,切割图案的一部分沿托架翼的槽沟侧表面延伸,从而形成托架翼的槽沟侧表面。

[0089] 优选的是,托架槽沟包括开口端和闭合基底以及在其间延伸的两个隔开的侧面,以及其中,切割图案包括在托架槽沟的基底从隔开的侧面之一延伸进入托架的横向延伸部分,从而限定托架槽沟下凹进部。

[0090] 托架槽沟可以包括开口端和闭合基底以及在其间延伸的两个隔开以限定托架槽沟宽度的侧面,其中切割图案包括至少一个横向延伸部分,该横向延伸部分以与基底相邻的方式从对应的至少一个隔开侧面延伸进入托架,从而限定具有下凹进部宽度的托架槽沟下凹进部,下凹进部宽度超过槽沟宽度。

[0091] 放电装置控制指令可以包括那些指令,以完成检测托架上切割图案开始点形成位置的操作,以开始电火花加工。

[0092] 电极可以包括构成走丝电极的走丝放电电极,其中电极组件包括供丝盘和收丝盘,该供丝盘容纳走丝电极未用部分,以在形成切割图案时连续提供走丝电极,收丝盘容纳走丝用过部分,以在形成切割图案以形成托架槽沟时收集供自供丝盘的走丝电极,并向走丝电极提供张力,从而提供大致平坦的切割表面,其中,弓丝位于托架槽沟内时,托架槽沟和弓丝形成托架槽沟-弓丝界面,以及其中,托架槽沟-弓丝界面至少一维的公差小于等于大约 20 微米 ( $\mu\text{m}$ )。

[0093] 可选择地,电极包括刻模放电电极,其中电极组件包括压头,以在执行切割图案时使电极延伸并与托架相邻,以形成托架槽沟,以及其中,指定该托架槽沟在至少一维上的公差小于 30 微米。

[0094] 换而言之,用于制造正畸矫治器的系统包括:数字控制数据处理器,该数字控制数据处理器构成具有存储器和存储在存储器中的控制程序产品的控制器,该控制程序产品包括指令,在控制器执行该指令时,使控制器完成控制数字信号(传递放电装置控制指令)的导出操作,以在正畸矫治器的托架中形成托架槽沟,并使托架与相连的料头分离;以及放电装置,该放电装置与控制器通信,并具有放电电极组件(包括电极)和至少一个驱动部件,驱动部件适合响应于数字控制信号将托架布置成与电极放电接触,以形成托架槽沟,并在形成托架槽沟时使托架与料头分离。据此,装置包括:控制器,该控制器具有存储器、存储在存储器中的数据通信程序产品、以及同样存储在存储器中的控制程序产品,该数据通信程序产品包括指令,在控制器执行该指令时,使控制器执行放电装置控制指令的接收操作,该放电装置控制指令描述正畸矫治器托架中托架槽沟的虚拟尺寸表示,该控制程序产品包括指令,在控制器执行该指令时,使控制器响应于放电装置控制指令,执行将传递放电装置控制指令的控制信号导出的操作;以及放电装置,该放电装置与控制器通信,放电装置具有放电电极组件(包括电极)和至少一个驱动部件,驱动部件适合响应于控制信号将托架布置成与电极放电接触,以根据预先限定的切割图案形成托架槽沟,该切割图案设定为与弓丝的相关尺寸大致匹配,从而与弓丝形成精密界面。

[0095] 根据本发明的正畸矫治器制造方法包括以下步骤：根据正畸矫治器托架中托架槽沟的虚拟尺寸表示，导出传递装置控制指令的控制信号，装置控制指令记载有执行放电切割图案操作，该切割图案沿托架槽沟周界延伸，并且配置成与弓丝的相关尺寸大致匹配，从而与弓丝形成精密界面；以及，响应于控制信号执行放电切割图案，以形成托架槽沟。优选的是，放电切割图案定制成与预选弓丝的相关尺寸大致匹配。

[0096] 在执行放电切割图案之前，托架可与料头相连，以及，执行放电切割图案的步骤包括从托架切除料头，以在形成托架槽沟的大致同时使托架与料头分离。

[0097] 在执行放电切割图案之前，托架可与和铸品树相连的料头相连，以及，执行放电切割图案的步骤可以包括从铸品树切下托架的步骤。

[0098] 当托架槽沟包括开口面端和闭合基底以及在其间延伸的两个隔开的侧面时，执行放电切割图案的步骤可以进一步包括以下步骤：形成与托架槽沟基底相邻并从一个隔开的侧面延伸进入托架的横向延伸部分，从而限定托架槽沟下凹进部。

[0099] 当托架槽沟包括开口面端和闭合基底以及在其间延伸的两个侧面（彼此隔开以限定托架槽沟宽度）时，执行放电切割图案的步骤可以进一步包括以下步骤：形成与托架槽沟基底相邻并从一个隔开的侧面延伸进入托架的横向延伸部分，从而限定具有下凹进部宽度的托架槽沟下凹进部，下凹进部宽度超过托架槽沟宽度。

[0100] 当托架包括托架翼时，执行放电切割图案的步骤可以进一步包括使切割图案的一部分沿托架翼槽沟侧表面延伸的步骤，从而形成托架翼的槽沟侧表面。

[0101] 当托架槽沟包括开口面端和闭合基底以及在其间延伸的两个侧面时，执行放电切割图案的步骤可以进一步包括下述步骤：使切割图案开始部分沿托架外表面的一部分并大致横向于至少一个侧面进行延伸。此外，执行放电切割图案的步骤可以包括在一个侧面与托架槽沟基底之间形成锐角的步骤，使得两个隔开的侧面从托架槽沟基底会聚方式延伸。

[0102] 当托架槽沟是托架筒管时，放电切割图案可以是第一放电切割图案，其中在执行第一放电切割图案之前，托架与料头相连，以及其中，该方法进一步包括响应于控制信号执行第二放电切割图案的步骤，以使托架与料头分离。

[0103] 优选的是，弓丝是定制的，以及，该方法进一步包括形成适合于布置在托架槽沟中的定制弓丝的步骤，以使托架槽沟-弓丝界面形成为在至少一维上的间隙或公差小于等于20微米。

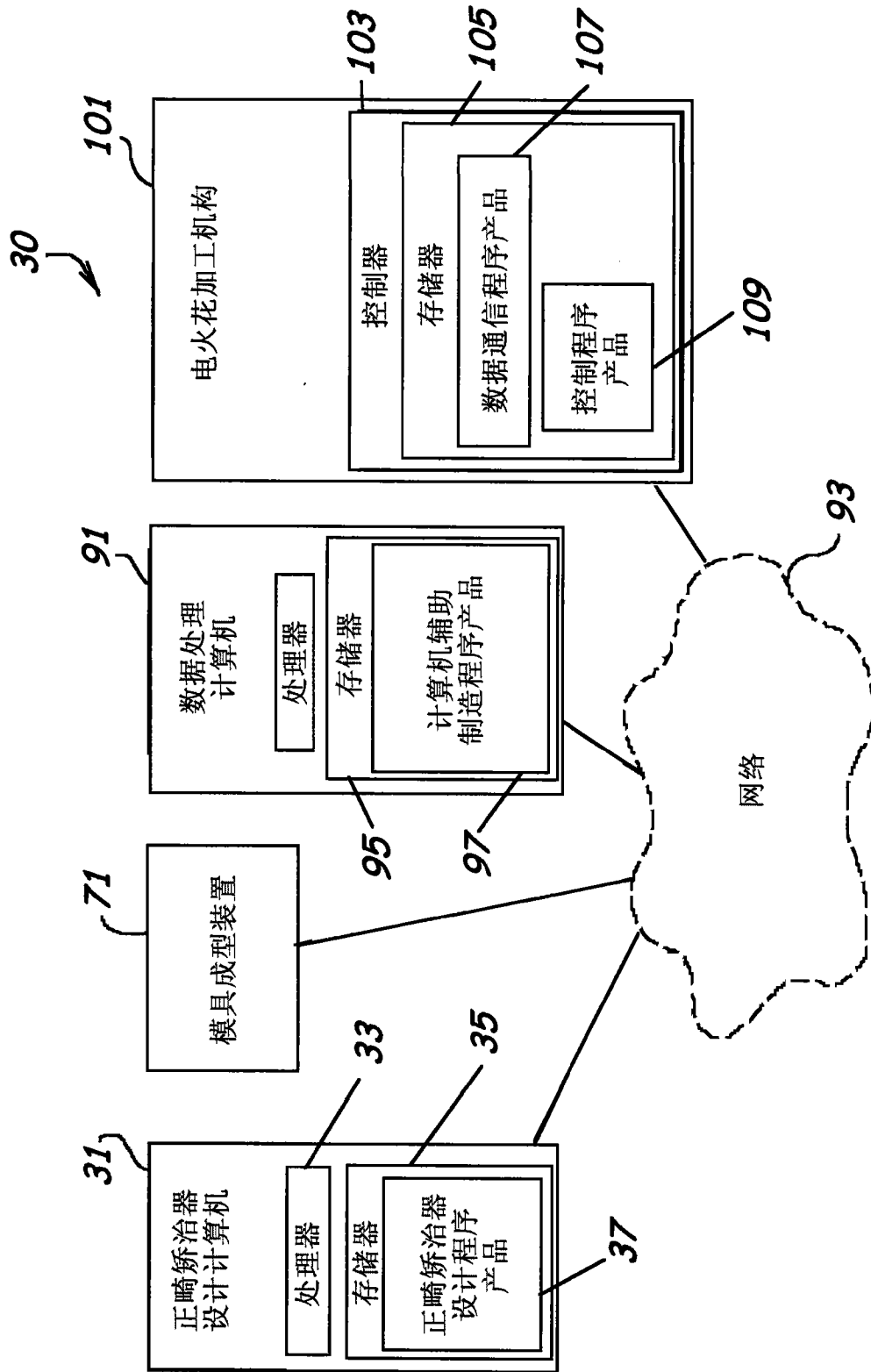


图 1

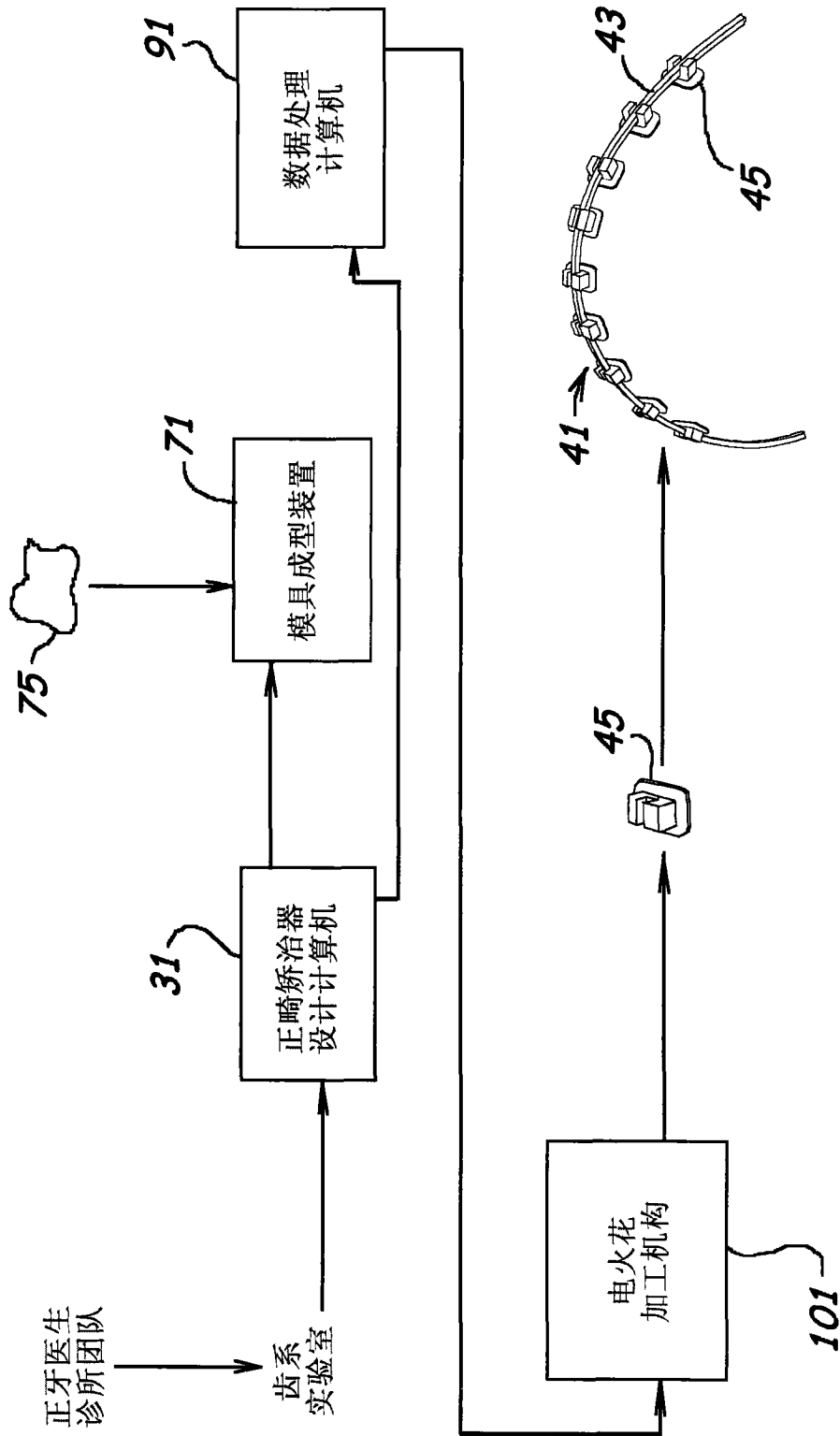


图 2

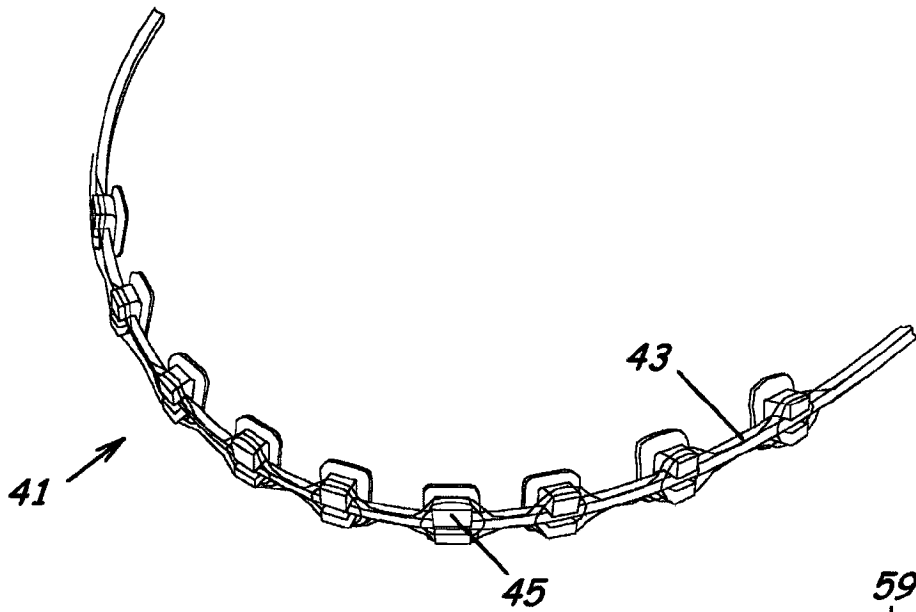


图 3

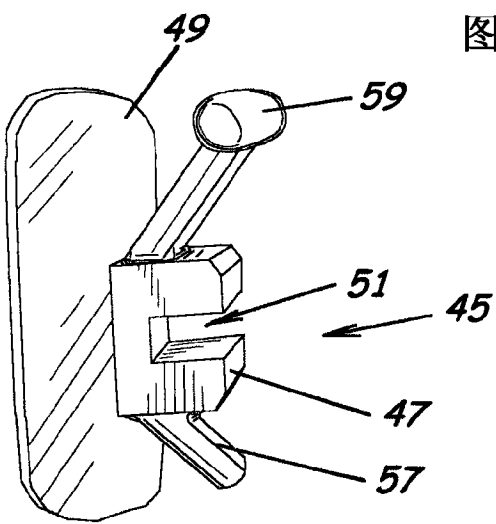


图 4

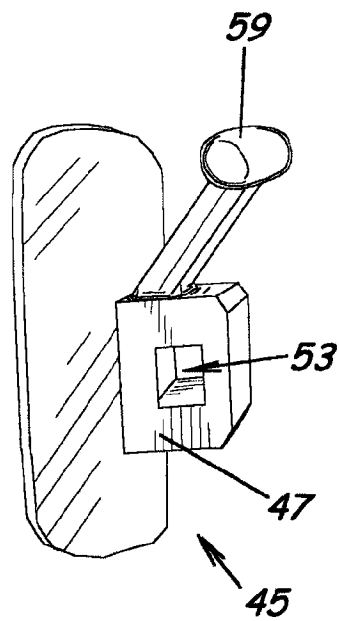


图 5

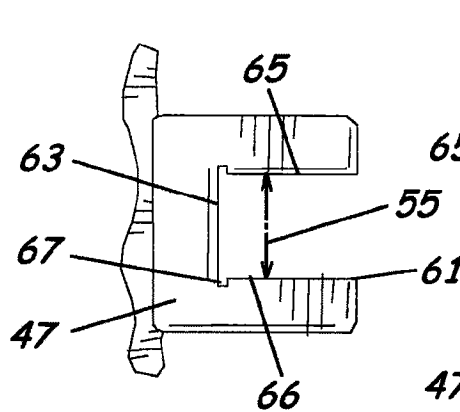


图 6

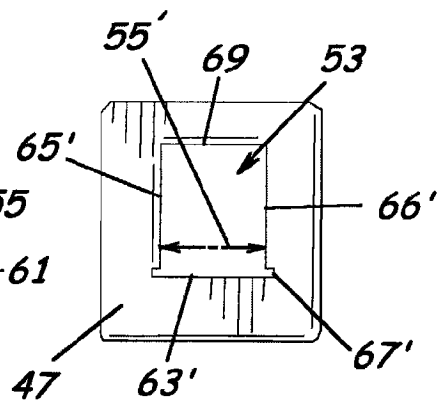


图 7

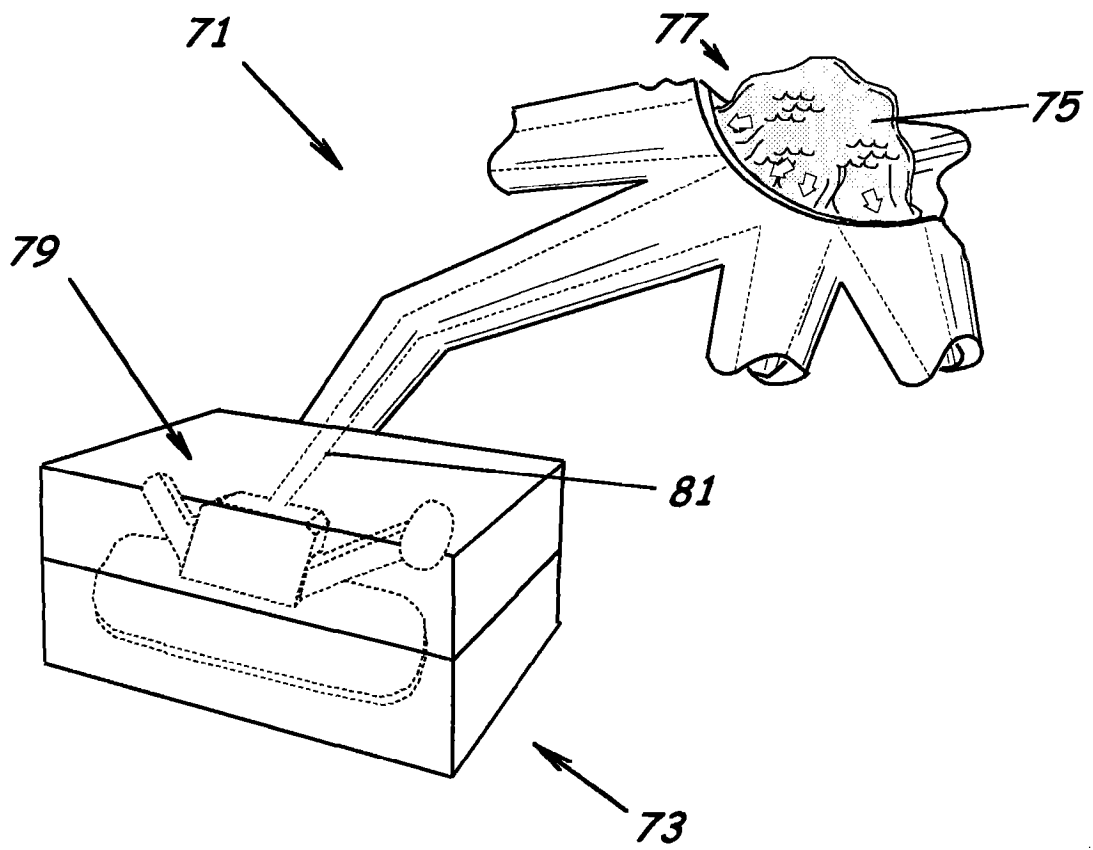


图 8

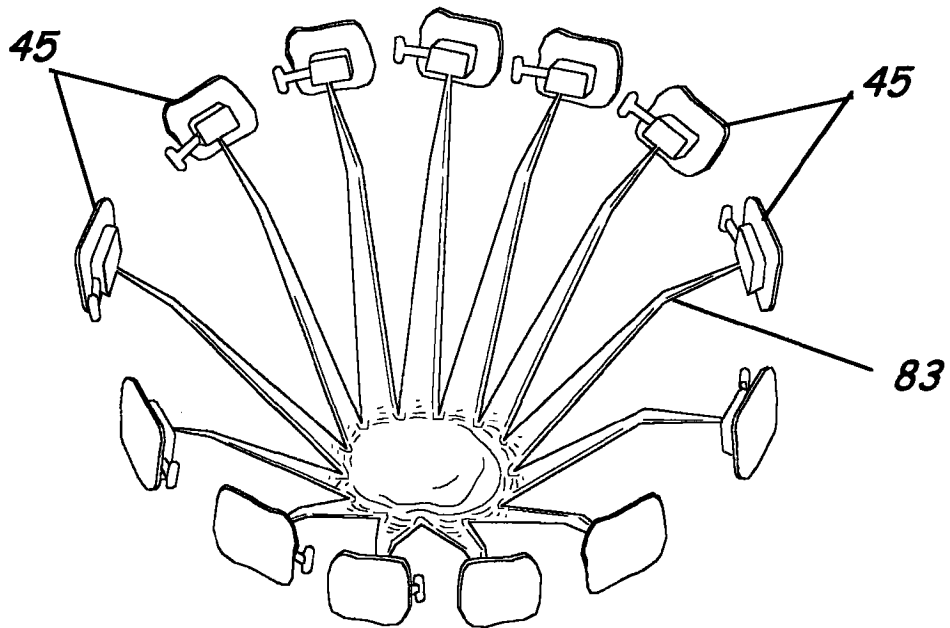


图 9

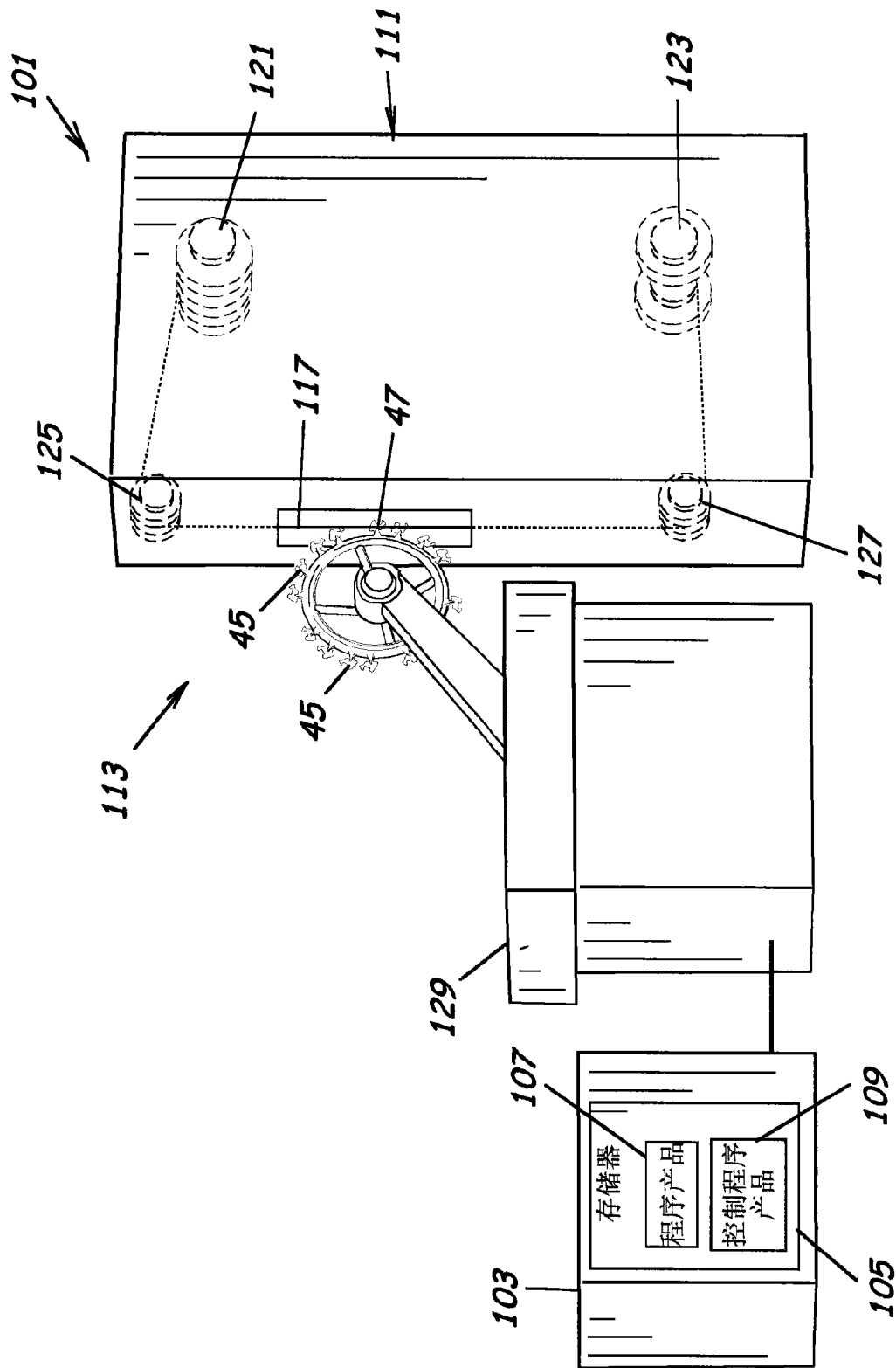


图 10

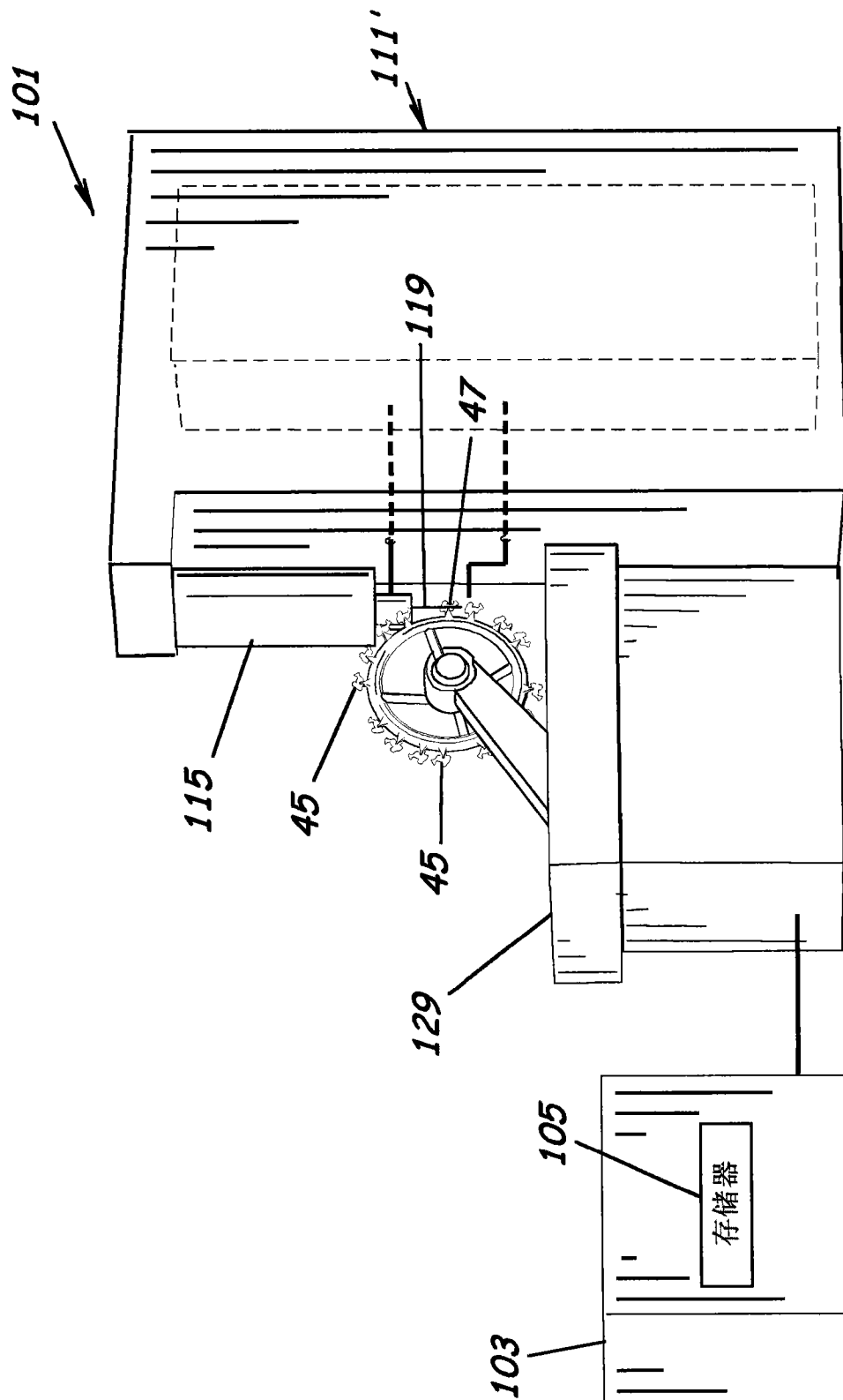


图 11

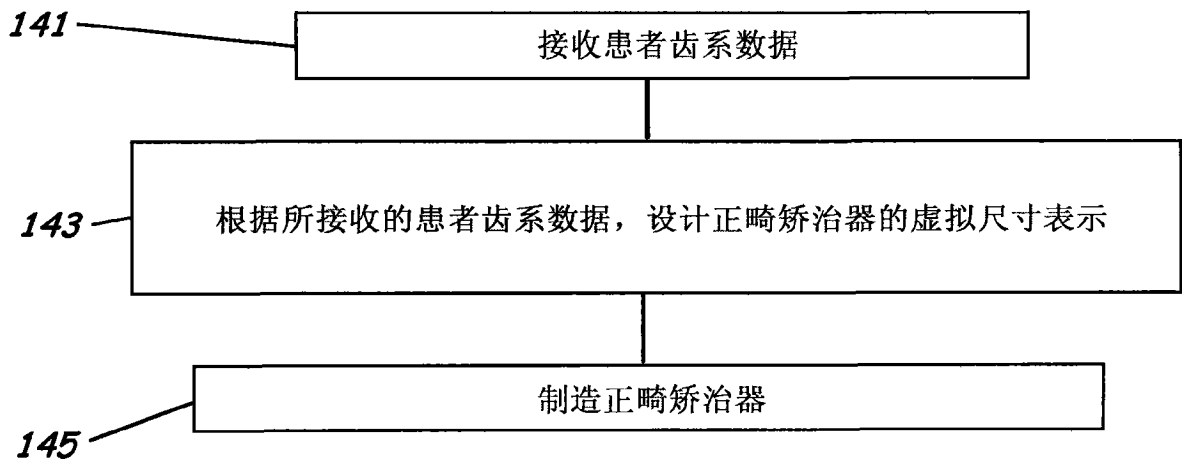


图 12

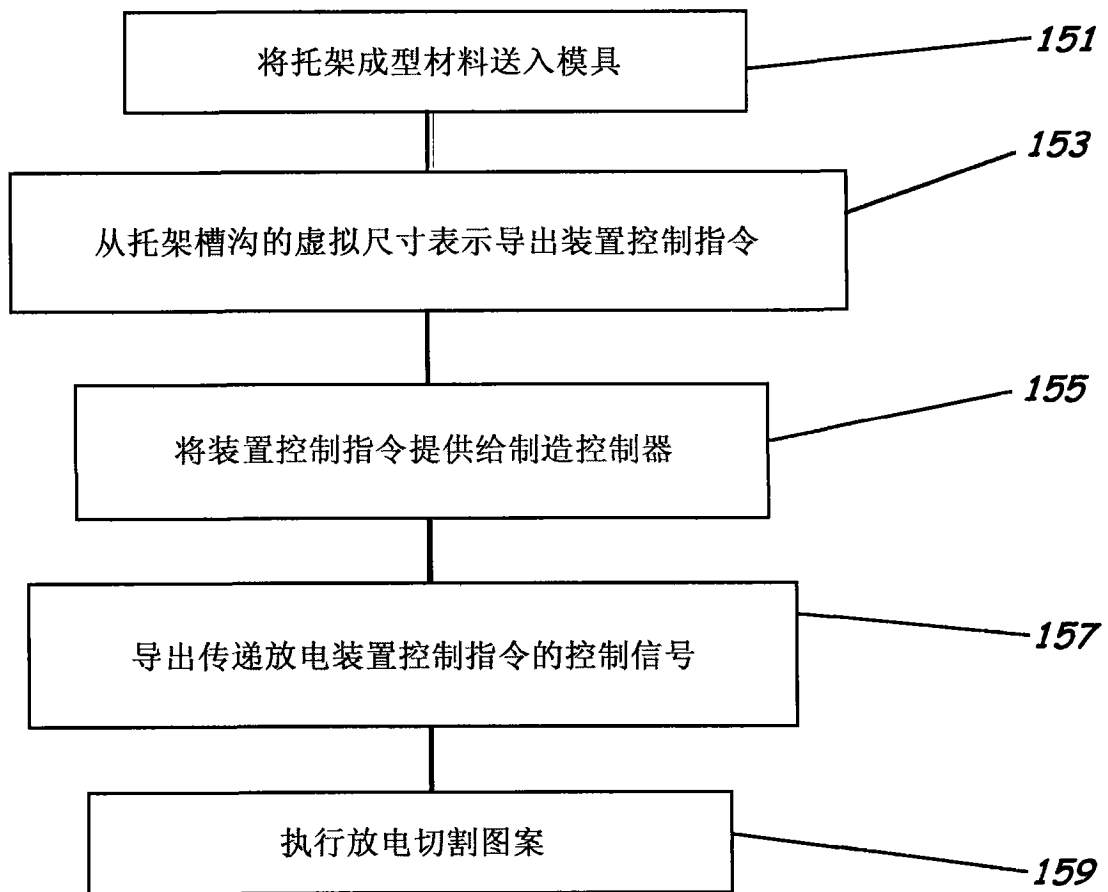


图 13

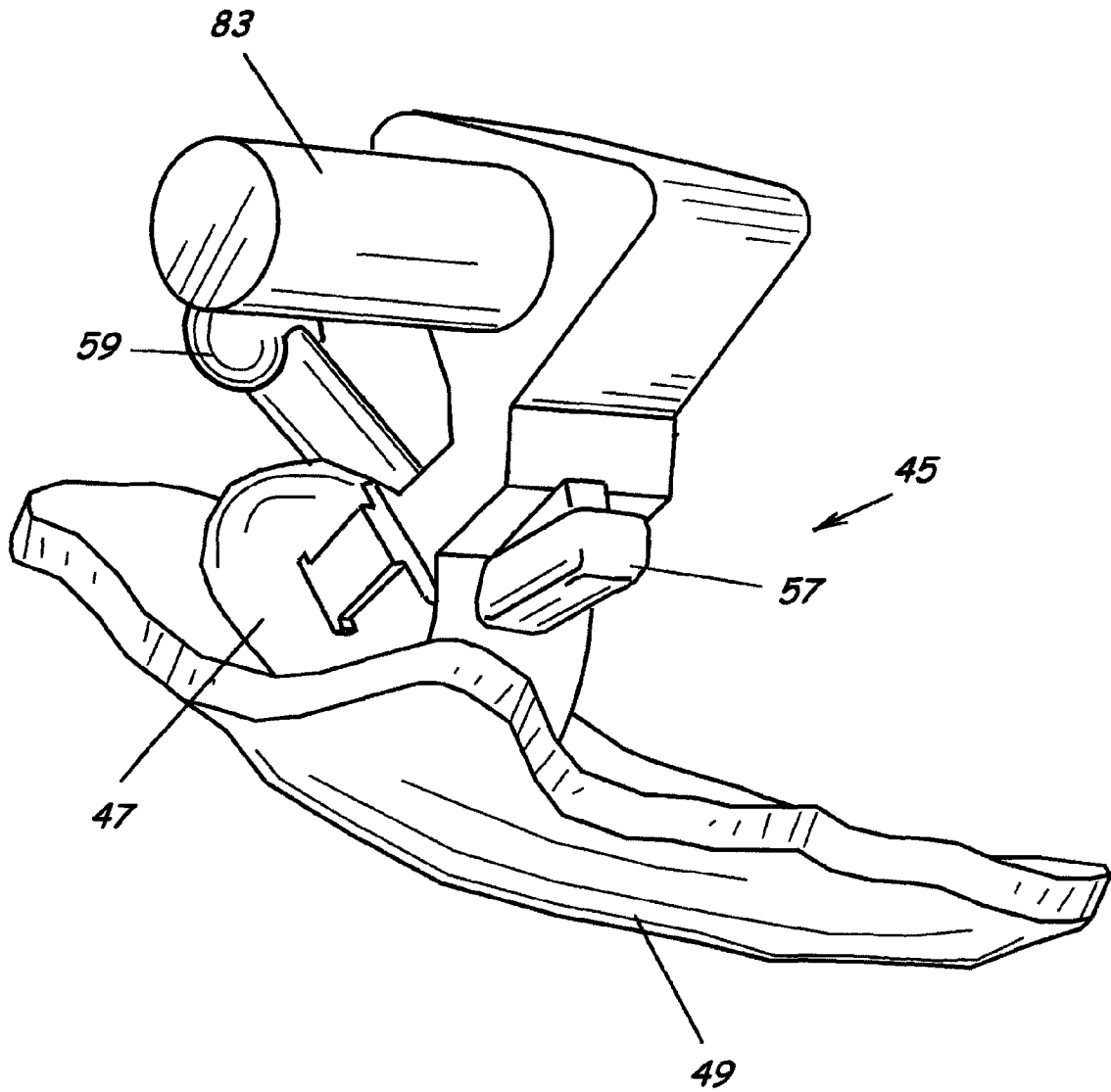


图 14

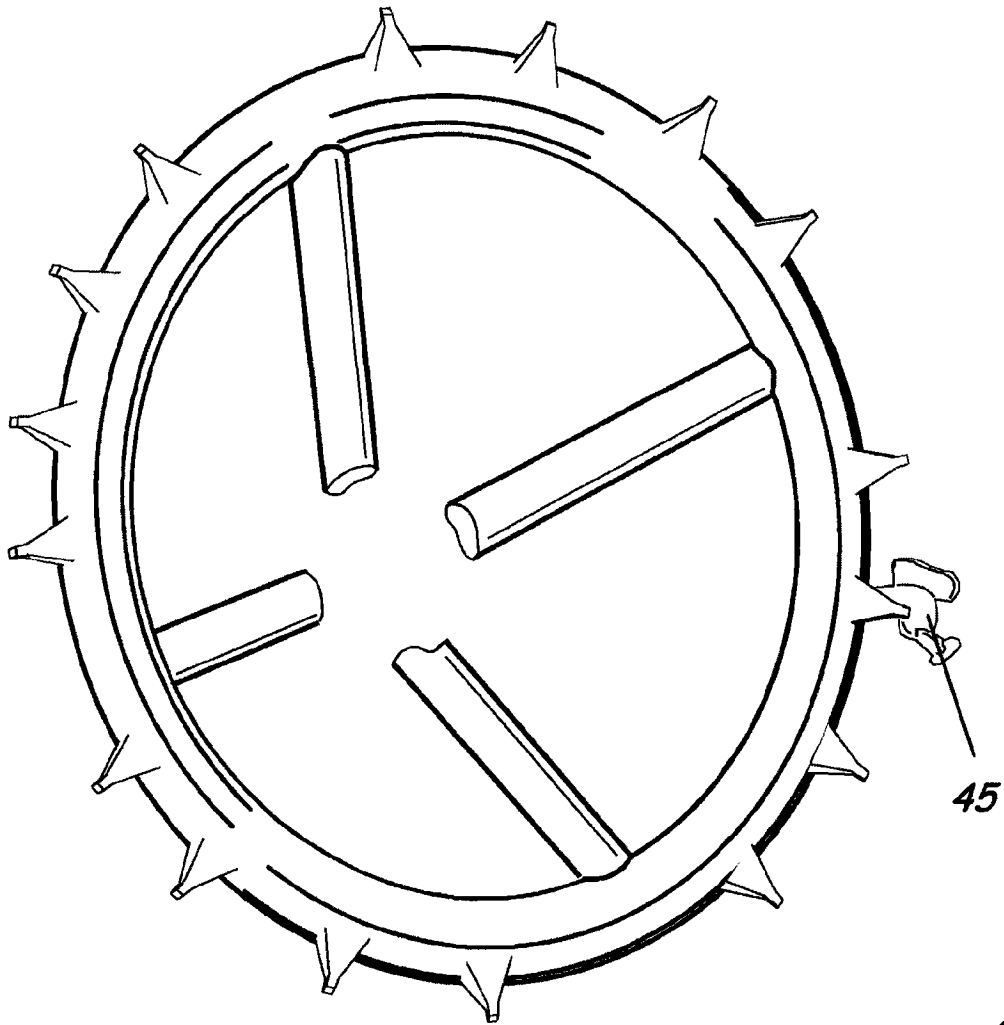


图 15

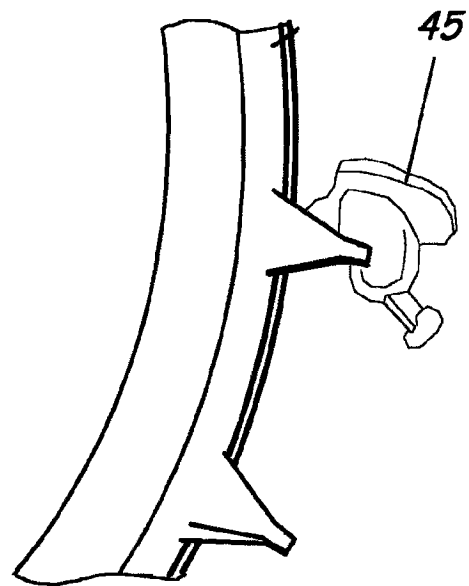


图 16

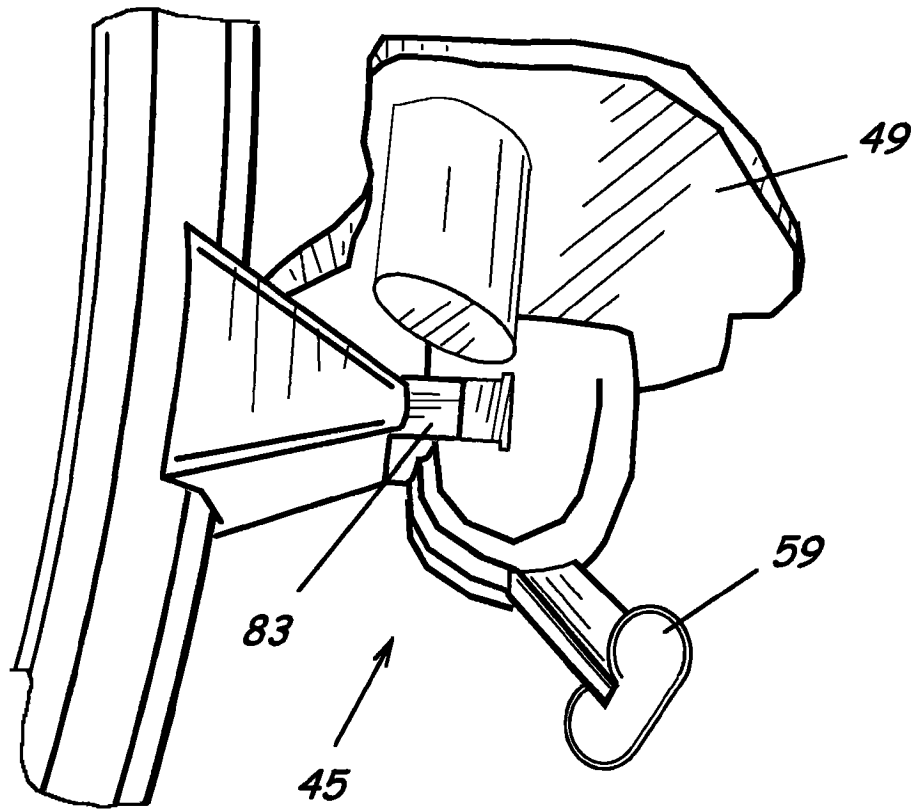


图 17

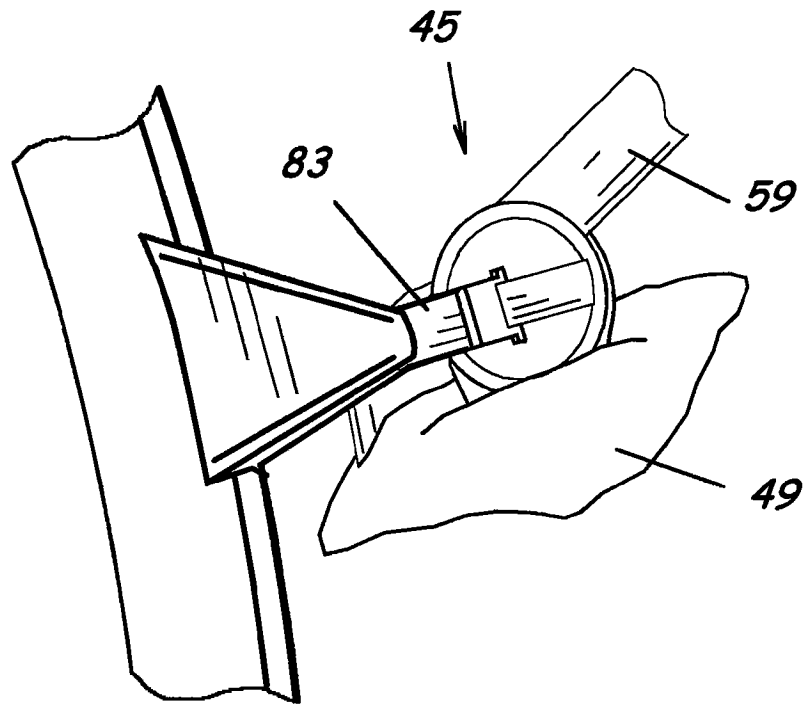


图 18

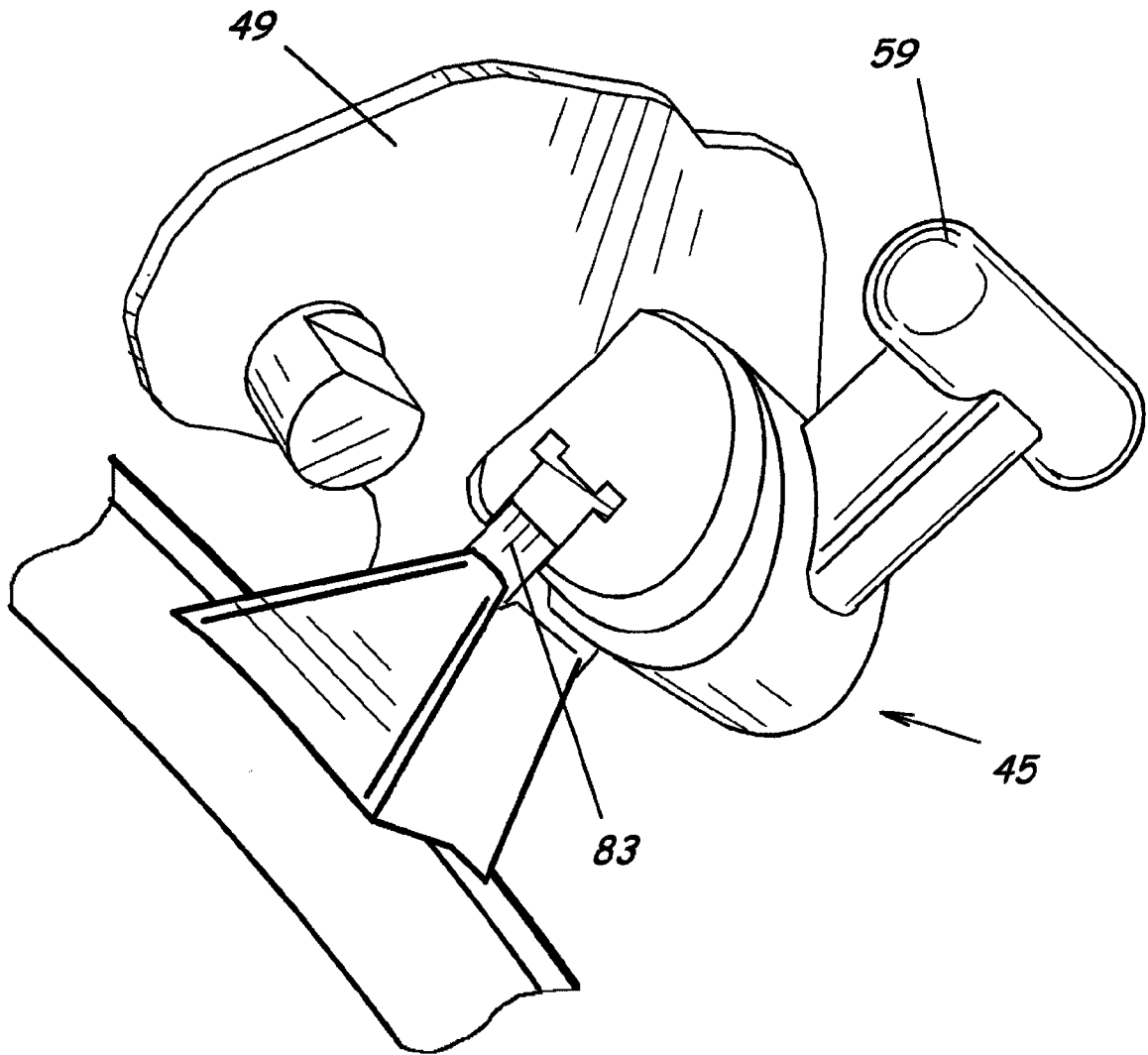


图 19

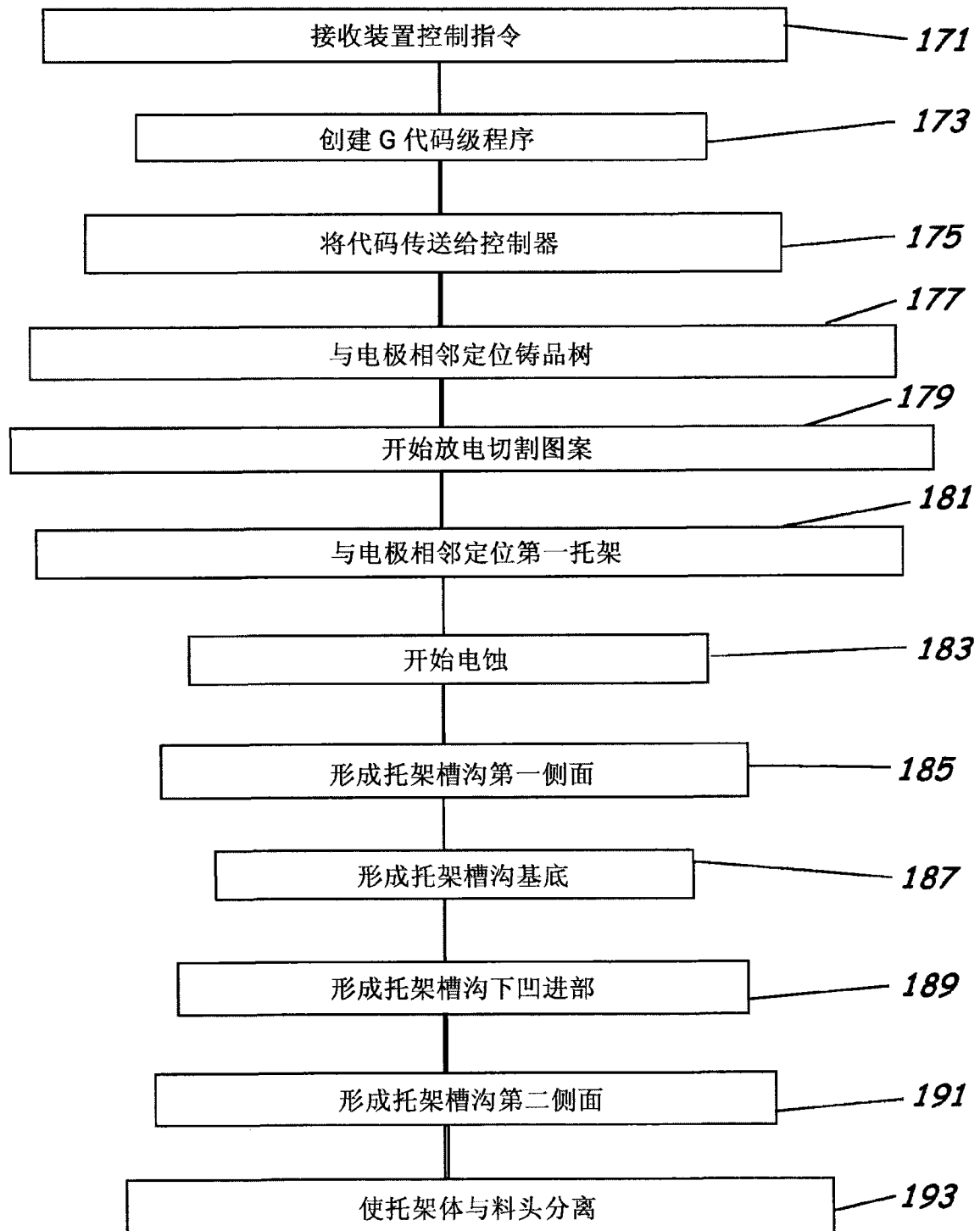


图 20

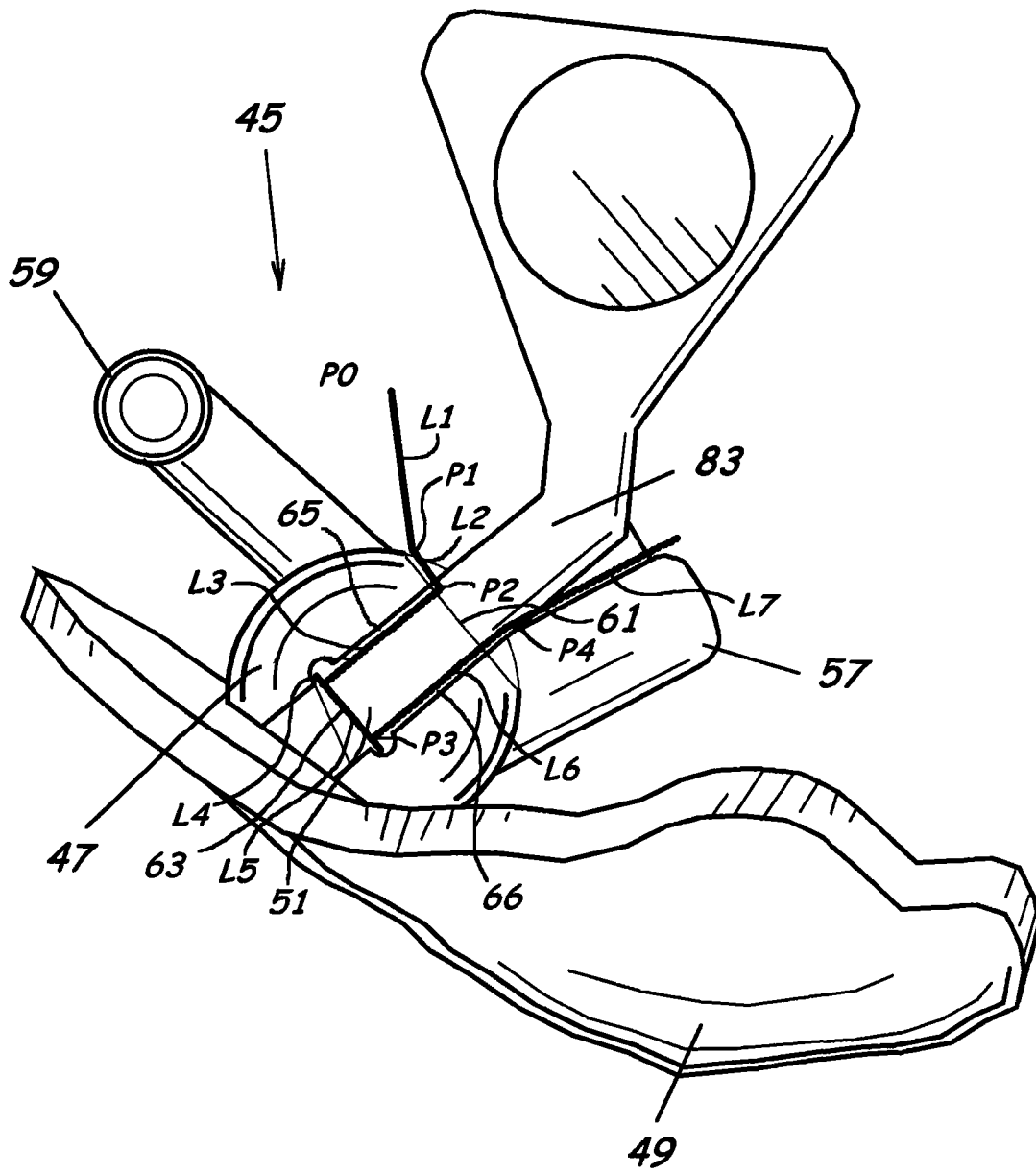


图 21

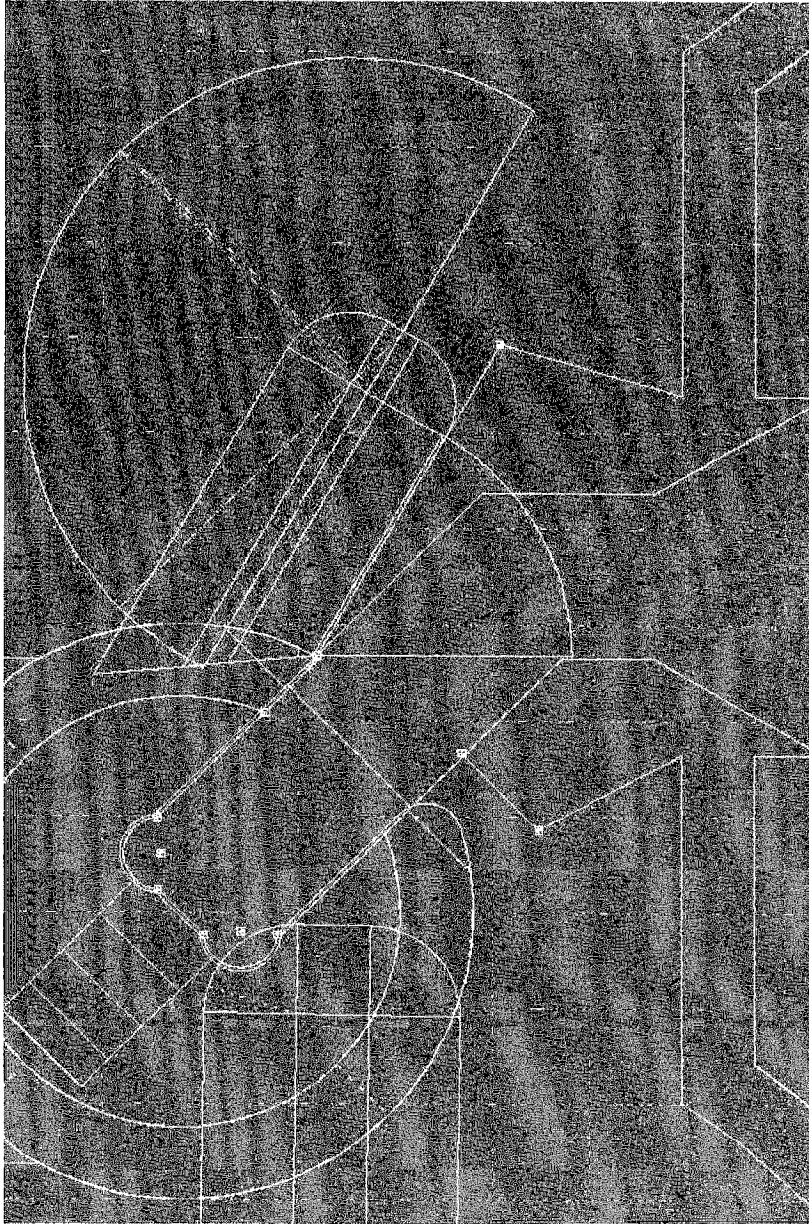


图 22

```
G91 G40 G01 X-.207 Y.39;           (来路 0, 2)
G91 G42 G01 X.212 Y.212;           (轮廓)
G91 G42 G01 X-.504 Y.504;
G91 G42 G02 X0 Y.199 I.009 J.1;
G91 G42 G01 X.126 Y.126;
G91 G42 G02 X.199 Y0 I-.009 J.1;
G91 G42 G01 X.413 Y-.413;
G91 G42 G01 X.903 Y-.521;
G91 G40 G01 X-.142 Y-.498;       (来路 0, 2)
```

图 23

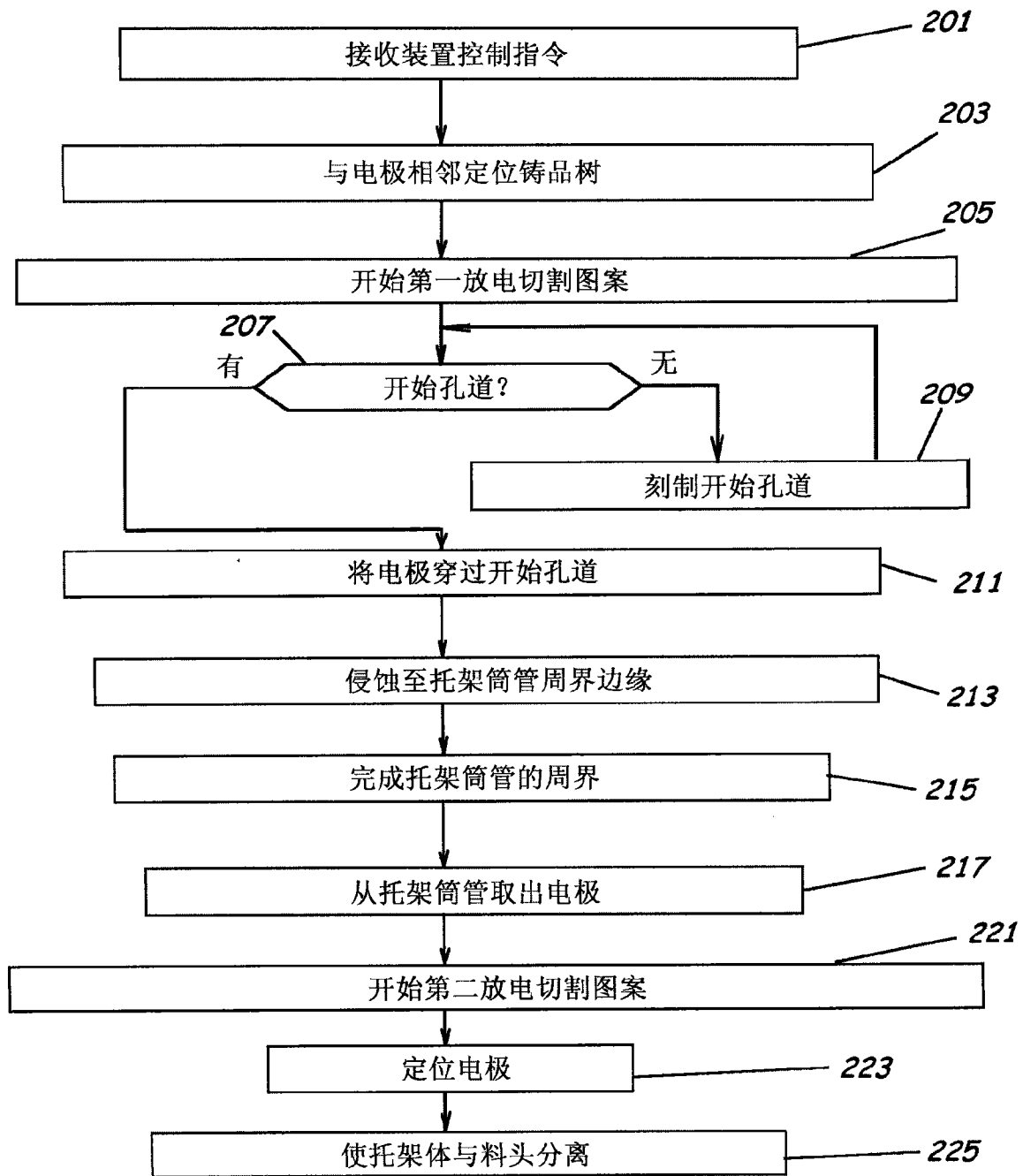


图 24

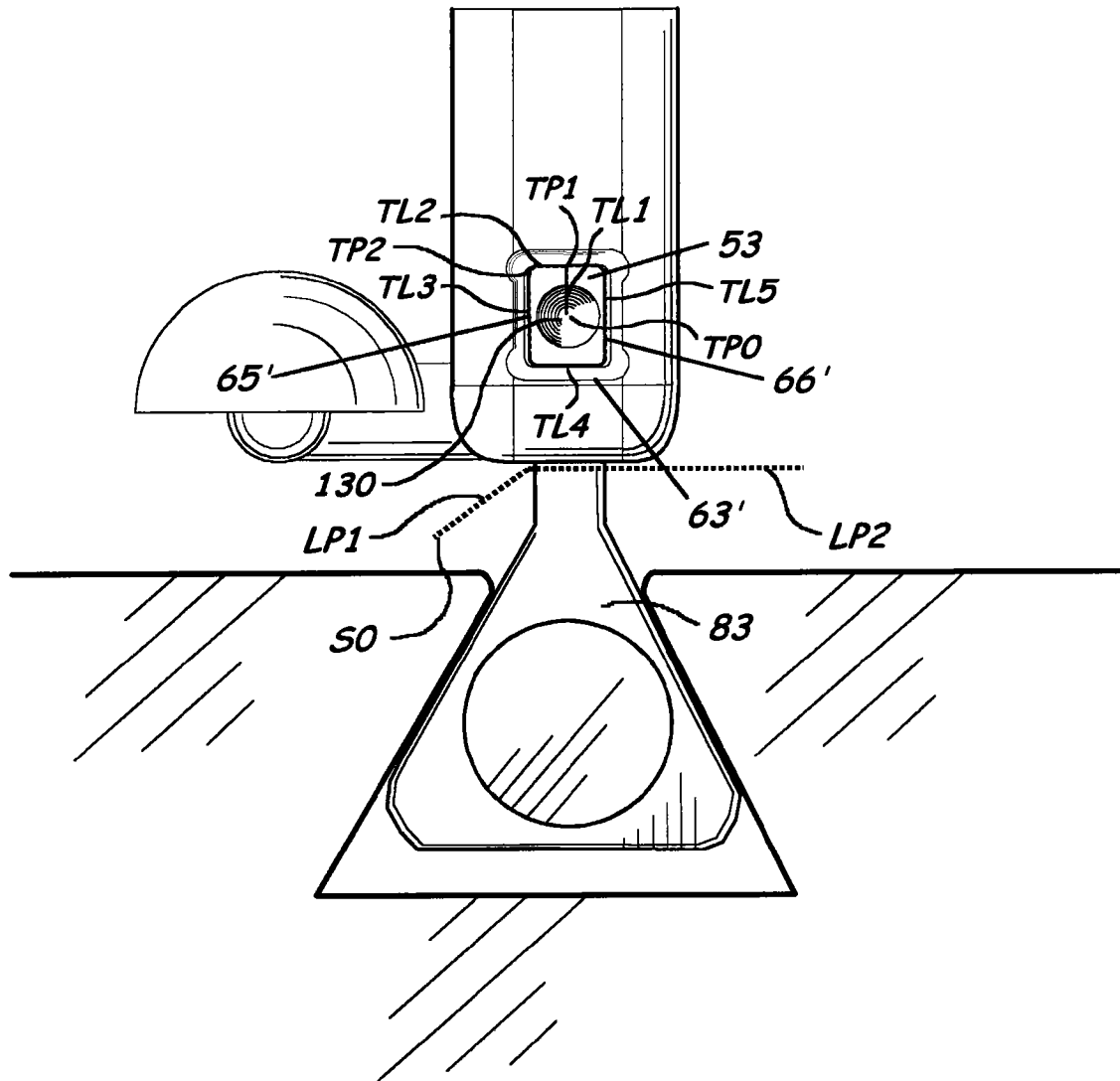


图 25

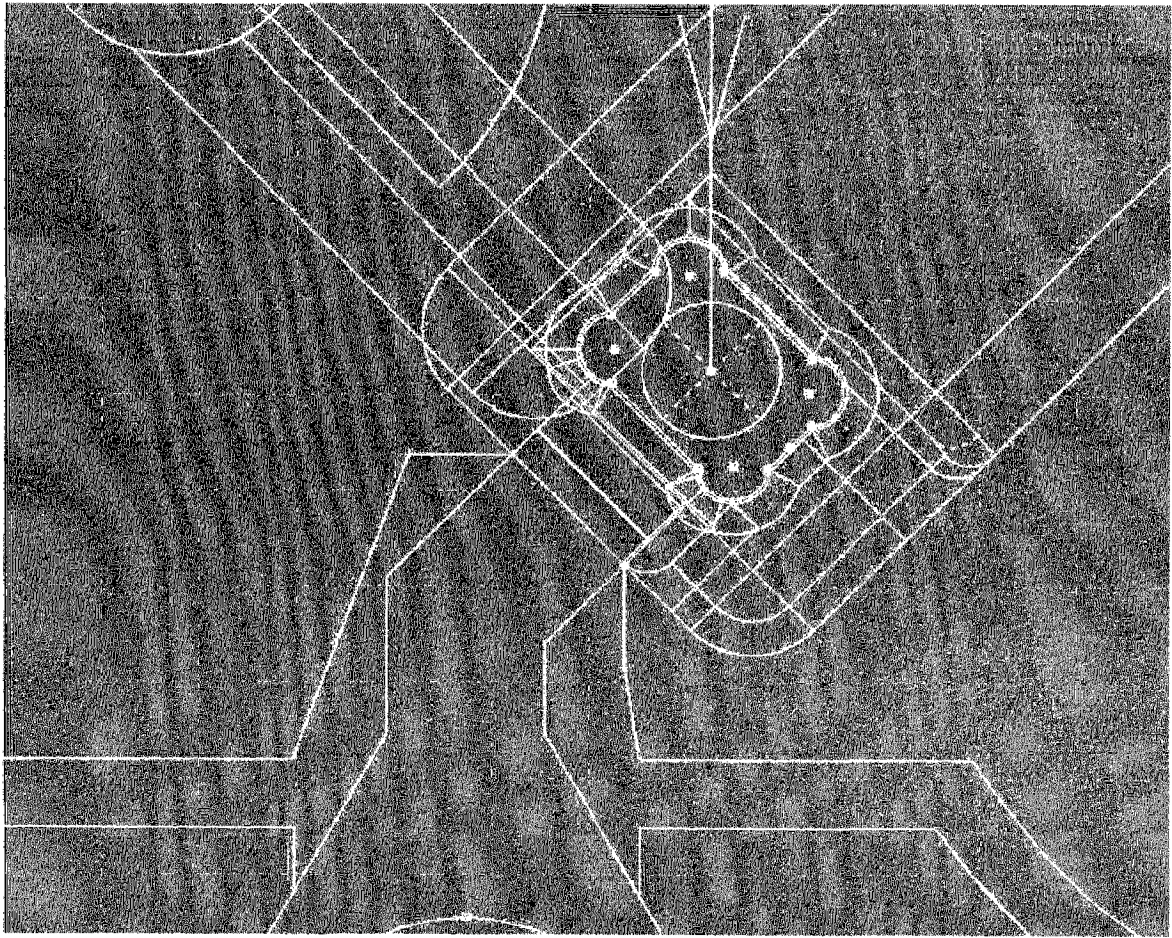


图 26

```

G91 G40 G01 Y-18,657;          (开始点)
M21;                          (穿入电极)
G91 G42 G01 X.226 Y-.226;      (用于轮廓的通道)
G91 G42 G01 X-.063 Y-.063;
G91 G42 G02 X-.19 Y0 I-.01 J.009;
G91 G42 G01 X-.252 Y.252;
G91 G42 G02 X-.002 Y.201 I.008 J.1;
G91 G42 G01 X.126 Y.126;
G91 G42 G02 X.199 Y0 I.1 J-.009;
G91 G42 G01 X.253 Y-.253;
G91 G42 G02 X0 Y-.199 I-.009 J-.1;
G91 G42 G01 X-.063 Y-.063;
G91 G40 G01 X-.226 Y.226;      (返回原点)
M22;                          (分解)
G91 G40 G01 Y18,657;          (返回 Y 绝对值 20)

```

+++++

从右面取下 (托架)

```

G91 G40 G01 X-.043 Y.27;      (来路 0, 2)
G91 G41 G01 X0 Y.3;
G91 G41 G01 X-.326 Y.325;
G91 G40 G01 X-.3 Y0;
G91 G40 G01 X-.332 Y-.895;    (去路 0, 2)

```

+++++

图 27