



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114667804 A

(43) 申请公布日 2022. 06. 24

(21) 申请号 202080080217.1

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

(22) 申请日 2020.11.19

专利代理师 姜云霞 张一舟

(30) 优先权数据

62/937537 2019.11.19 US

62/940039 2019.11.25 US

(51) Int.Cl.

H05H 1/28 (2006.01)

H05H 1/34 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2022.05.19

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2020/061248 2020.11.19

(87) PCT国际申请的公布数据

W02021/102118 EN 2021.05.27

(71) 申请人 海别得公司

地址 美国新罕布什尔州

(72) 发明人 H·乔丹 G·卡马特 O·墨菲

R·艾伦 C·M·菲尔奇

权利要求书4页 说明书16页 附图13页

(54) 发明名称

在等离子弧炬中在压力下分离可消耗品的系统和方法

(57) 摘要

提供了一种接触启动液体冷却等离子弧割炬,其包括能平移的液体冷却电极、喷嘴和多件式阴极。电极包括电极主体,电极主体沿着电极主体的纵向轴线限定了近端和远端。电极主体包括冷却剂腔,该冷却剂腔被配置成接收炬的冷却剂管的至少一部分,用于将液体冷却剂流向远侧导引通过冷却剂腔内的冷却剂管。阴极设置在电极主体的近端周围,并包括第一主体和第二主体,第一主体被成形为与电极配合地接合,第二主体被成形为与炬配合接合。第一主体滑动地接合第二主体,使得第一主体和电极能沿着纵向轴线相对于第二主体轴向平移。



1. 一种接触启动液体冷却等离子弧割炬,包括:

能平移的液体冷却电极,包括电极主体,所述电极主体沿着所述电极主体的纵向轴线限定近端和远端,所述电极主体包括冷却剂腔,所述冷却剂腔具有设置在所述电极主体的所述远端的远侧内部冷却剂表面,所述冷却剂腔被配置成接收所述炬的冷却剂管的至少一部分,用于导向液体冷却剂流向远侧通过所述冷却剂腔内的所述冷却剂管并流向所述电极的所述远侧内部冷却剂表面,其中所述远侧内部冷却剂表面被成形为基本上在所述冷却剂腔内的所述冷却剂管的外表面上向近侧重新导向所述液体冷却剂流;

喷嘴,所述喷嘴围绕所述电极主体的所述远端设置;以及

多件式阴极,所述多件式阴极围绕所述电极主体的所述近端设置,所述阴极包括:

第一主体,所述第一主体被成形为配合地接合所述电极;以及

第二主体,所述第二主体被成形为配合地接合所述炬,其中所述第一主体滑动地接合所述第二主体,使得所述第一主体和所述电极能相对于所述第二主体沿所述纵向轴线轴向平移。

2. 根据权利要求1所述的接触启动液体冷却等离子弧割炬,其中,所述电极相对于所述第二主体的所述轴向平移相对于所述电极远端处的所述喷嘴偏置所述电极。

3. 根据权利要求1所述的接触启动液体冷却等离子弧割炬,还包括气体输入端口,所述气体输入端口用于接收偏置气体并将偏置气体供应至所述炬,其中,所述偏置气体适于在所述阴极的第一主体上产生反吹压力,以将所述第一主体轴向平移至与所述第二主体抵接的位置,从而将所述电极轴向平移远离所述喷嘴。

4. 根据权利要求3所述的接触启动液体冷却等离子弧割炬,其中,所述电极主体的所述冷却剂腔中的液体冷却剂流适于在所述电极上产生前向偏置压力,以将所述电极朝向所述喷嘴轴向平移,从而将所述第一主体轴向平移远离所述阴极的所述第二主体。

5. 根据权利要求4所述的接触启动液体冷却等离子弧割炬,其中,所述前向偏置压力大于所述反吹压力。

6. 根据权利要求5所述的接触启动液体冷却等离子弧割炬,其中,直接暴露于所述反吹压力的所述第一主体的侧向表面具有的表面面积大于直接暴露于所述前向偏置压力的所述电极的所述内部冷却剂表面的表面面积,所述第一主体的侧向表面和所述电极的内部冷却剂表面基本上正交于所述纵向轴线。

7. 根据权利要求1所述的接触启动液体冷却等离子弧割炬,还包括密封的加压腔室,所述密封的加压腔室具有由所述阴极的第一主体的反吹凸缘限定的第一部分。

8. 根据权利要求7所述的接触启动液体冷却等离子弧割炬,其中,所述反吹凸缘包括暴露于偏置气流的第一表面,用于促使所述第一主体进入相对于所述第二主体抵接的位置。

9. 根据权利要求8所述的接触启动液体冷却等离子弧割炬,其中,所述密封的加压腔室由从设置在所述炬中的气体端口接收的偏置气体加压。

10. 根据权利要求8所述的接触启动液体冷却等离子弧割炬,其中,所述液体冷却剂流对所述电极的远侧内部冷却剂表面的压力大于所述偏置气流的压力。

11. 根据权利要求10所述的接触启动液体冷却等离子弧割炬,其中,所述液体冷却剂流的压力比所述偏置气流的压力以大约40%更大。

12. 根据权利要求8所述的接触启动液体冷却等离子弧割炬,其中,所述反吹凸缘的第

一表面的表面面积大于所述远侧内部冷却剂表面的表面面积。

13. 根据权利要求7所述的接触启动液体冷却等离子弧割炬,其中,所述密封的加压腔室具有由涡流环或等离子腔室覆盖物之一限定的第二部分。

14. 根据权利要求13所述的接触启动液体冷却等离子弧割炬,其中,所述等离子腔室覆盖物和涡流环形成整体结构。

15. 根据权利要求1所述的接触启动液体冷却等离子弧割炬,其中,所述电极的轴向平移独立于通过所述炬的等离子气流。

16. 根据权利要求1所述的接触启动液体冷却等离子弧割炬,其中,所述阴极包括位于第一主体与第二主体之间的一个或多个防旋转特征组,以防止第一主体和第二主体相对于彼此的径向移动。

17. 根据权利要求16所述的接触启动液体冷却等离子弧割炬,其中,所述一个或多个防旋转特征组包括所述第一主体的一个或多个凸肩部段组和所述第二主体的一个或多个凹肩部段组,所述凸肩部段被配置成配合地接合相对应的凹肩部段。

18. 根据权利要求1所述的接触启动液体冷却等离子弧割炬,其中,所述阴极的第一主体包括一个或多个螺纹组,以配合地接合所述电极。

19. 根据权利要求1所述的接触启动液体冷却等离子弧割炬,还包括设置在阴极的第一主体与第二主体之间的电接触件。

20. 根据权利要求19所述的接触启动液体冷却等离子弧割炬,其中,所述电接触件包括斜圈弹簧。

21. 根据权利要求19所述的接触启动液体冷却等离子弧割炬,其中,所述电接触件被配置成在炬操作的导引弧模式期间在第一主体与第二主体之间传递基本上所有的导引弧电流。

22. 一种用于接触启动液体冷却等离子弧炬的多件式炬阴极,所述多件式炬阴极包括:第一主体,所述第一主体包括被配置成接收和配合地接合电极的腔;以及设置在所述炬内的第二主体,其中在所述等离子弧炬的操作期间,所述第一主体滑动地接合所述第一主体并相对于所述第二主体轴向平移。

23. 根据权利要求22所述的多件式炬阴极,其中,所述第一主体相对于所述第二主体的轴向平移驱动所述电极相对于所述第二主体的轴向平移,从而相对于位于所述电极的远端的所述等离子弧炬的喷嘴偏置所述电极。

24. 根据权利要求23所述的多件式炬阴极,其中,所述电极的轴向平移与通过所述炬的等离子气流无关。

25. 根据权利要求22所述的多件式炬阴极,其中,所述第一主体包括具有基本垂直于所述炬的纵向轴线定向的反吹表面的反吹凸缘,所述反吹凸缘适于与偏置气流体连通,所述偏置气体适于在所述反吹表面上施加反吹压力,以将所述第一主体平移至与所述第二主体抵接的位置。

26. 根据权利要求25所述的多件式炬阴极,其中,所述反吹压力小于所述炬的前吹压力。

27. 根据权利要求26所述的多件式炬阴极,其中,所述反吹表面的表面面积大于所述前吹压力直接施加在其上的所述电极的表面的表面面积。

28. 根据权利要求22所述的多件式炬阴极,还包括位于第一主体与第二主体之间的一个或多个防旋转特征组,以防止第一主体与第二主体相对于彼此的径向移动。

29. 根据权利要求28所述的多件式炬阴极,其中,所述一个或多个防旋转特征组包括所述第一主体的一个或多个凸肩部段组和所述第二主体的一个或多个凹肩部段组,所述凸肩部段被配置成与相对应的凹肩部段配合地接合。

30. 根据权利要求22所述的多件式炬阴极,还包括设置在第一主体上的一个或多个螺纹组,以使第一主体能够与所述电极配合地接合。

31. 根据权利要求22所述的多件式炬阴极,还包括设置在第一主体与第二主体之间的动态电接触件。

32. 根据权利要求31所述的多件式炬阴极,其中,所述动态电接触件包括斜圈弹簧。

33. 根据权利要求31所述的多件式炬阴极,其中,所述动态电接触件被配置成在炬操作的导引弧模式期间,在第一主体与第二主体之间传递基本上所有的导引弧电流。

34. 一种用于接触启动液体冷却等离子弧炬的方法,所述炬包括电极、设置在所述电极的远端周围的喷嘴和设置在所述电极的近端周围的多件式阴极,所述方法包括:

向所述电极供应冷却剂流,所述冷却剂流适于在所述电极的表面上施加第一压力,从而将所述电极偏置成与所述喷嘴物理接触;

在所述电极与所述喷嘴之间建立作为导引电流流动的炬电流流动;

将等离子切割气体供应给所述炬的增压室;

向所述炬的密封的加压腔室供应偏置气体,所述偏置气体适于在所述密封的加压腔室中产生第二压力,所述第二压力将所述电极远离所述喷嘴偏置,从而使用所述增压室中的等离子切割气体引发等离子弧;以及

当用所述等离子弧切割所述工件时,将炬电流流动从所述喷嘴转移到所述工件。

35. 根据权利要求34所述的方法,其中,将所述电极偏置成与所述喷嘴物理接触或远离所述喷嘴与通过所述炬的等离子切割气流无关。

36. 根据权利要求34所述的方法,其中,所述密封的加压腔室位于所述增压室近侧。

37. 根据权利要求34所述的方法,其中,所述冷却剂流经由插入所述电极的腔的冷却剂管供应至所述电极,所述腔包括适于直接暴露于所述第一压力的远侧冷却剂表面。

38. 根据权利要求37所述的方法,其中,所述密封的加压腔室的一部分由所述多件式阴极的第一主体的偏置凸缘限定,所述第一主体固定地附连到所述电极并能相对于所述阴极的静止的第二主体平移,所述第一主体设置在所述第二主体的远侧。

39. 根据权利要求38所述的方法,还包括对所述第一主体的偏置凸缘的偏置表面施加第二压力,以将所述第一主体向近侧平移成与所述第一主体物理接触,从而将所述电极向近侧平移远离所述喷嘴。

40. 根据权利要求39所述的方法,其中,所述远侧冷却剂表面的第一面积小于所述偏置凸缘的所述偏置表面的第二面积。

41. 根据权利要求40所述的方法,其中,所述冷却剂流对远侧冷却剂表面的所述第一压力大于所述偏置气体对所述偏置表面的第二压力。

42. 根据权利要求38所述的方法,还包括斜降用于操作所述炬的偏置气体的供应,以使施加在所述电极上的第一压力能够将第一主体平移远离所述阴极的第二主体,并允许所述

电极物理接触所述喷嘴,为所述炬的下一次启动做准备。

43. 根据权利要求42所述的方法,还包括经由位于所述阴极的第一主体与第二主体之间的动态电接触件传递基本上所有的导引电流流动。

44. 一种接触启动液体冷却等离子弧割炬,包括:

可消耗炬头,所述可消耗炬头包括喷嘴、电极、冷却剂管和阴极;以及

插座,所述插座连接到所述炬头的近端,所述插座被配置成能控制地向切割头供应液体冷却剂和一种或多种气体,所述插座包括:

冷却剂阀接口,用于向冷却剂管提供所述液体冷却剂,所述液体冷却剂被配置成冷却所述炬头,同时施加前向压力,所述前向压力被配置成将所述电极向所述喷嘴偏置;

第一气阀,所述第一气阀用于调节等离子切割气体向位于所述电极与所述炬头的所述喷嘴之间的增压室的供应,所述等离子切割气体适于产生用于切割工件的等离子弧;以及

第二气阀,所述第二气阀用于调节偏置气体向位于邻近所述炬头的所述阴极的加压腔室的供应,所述偏置气体适于在所述加压腔室中产生后向压力,以偏置所述电极远离所述喷嘴。

45. 根据权利要求44所述的接触启动液体冷却等离子弧割炬,其中,所述冷却剂阀接口适于在操作所述炬的转移弧模式和导引弧模式期间向所述冷却剂管供应所述液体冷却剂。

46. 根据权利要求44所述的接触启动液体冷却等离子弧割炬,其中,用于调节所述偏置气体供应的所述第二气阀适于在操作所述炬时的至少一部分持续时间内关闭或斜降。

47. 根据权利要求44所述的接触启动液体冷却等离子弧割炬,还包括设置在所述插座中用于存储射频识别(RFID)标签的体积,其中所述RFID标签被配置为存储可消耗品识别信息、可消耗品使用历史或过程参数中的至少一个。

48. 根据权利要求44所述的接触启动液体冷却等离子弧割炬,其中,所述偏置气体包括氮气。

在等离子弧炬中在压力下分离可消耗品的系统和方法

[0001] 相关申请的交叉引用

本申请要求2019年11月19日提交的美国临时专利申请第62/937,537号和2019年11月25日提交的美国临时专利申请第62/940,039号的权益和优先权,这两项专利申请的全部内容均由本申请的受让人所有,并通过以其全文引用的方式并入到本文中。

技术领域

[0002] 本发明总体上涉及一种接触启动液体冷却等离子弧割炬,并且更具体地,涉及在这种炬中在压力下分离各种可消耗品,以在切割操作期间产生和维持等离子弧。

背景技术

[0003] 等离子弧炬广泛用于金属材料的高温加工(例如,切割、焊接和标记)。等离子弧炬通常包括炬主体、安装在主体内的电极、设置在电极内孔内的发射插件、具有中心出口孔的喷嘴、屏蔽件、电连接、用于冷却和弧控制流体的通路、控制流体流动模式的涡流环以及电源。等离子弧炬可以产生等离子弧,等离子弧是具有高温和高动量的收缩的电离等离子气体射流。炬中使用的气体可以是非反应性的(例如氩气或氮气)或反应性的(例如氧气或空气)。

[0004] 等离子弧炬可使用接触启动方法产生等离子弧。这涉及首先以导引弧模式操作炬,这涉及在电极与喷嘴之间建立物理接触和电连通,例如通过使用来自例如弹簧的偏置力。当电极和喷嘴一起偏置时,在电极与喷嘴之间建立电流路径和小的导引弧电流流动。等离子气体被引入喷嘴与电极之间的等离子腔室,使得气体压力在等离子腔室中积聚,以中断电极与喷嘴之间的物理接触,从而分离两个部件。这种分离导致在等离子腔室中的电极与喷嘴之间的间隙中产生电弧。电弧使等离子腔室中流动的等离子气体电离以产生等离子弧(即,导引弧)。等离子气体可以通过涡流环,以在气体通过炬时赋予其切向运动,从而改进炬的性能。该等离子气体适于将等离子弧推向喷嘴的前方。接下来,在转移弧模式中,炬移动到接地工件附近,并且等离子弧通过延伸穿过喷嘴内孔与工件接触。在接触时,电流返回路径从喷嘴转移到工件,这意味着来自喷嘴的电返回路径被打开(即,电断开),并且电流从工件返回到电源。在转移弧模式期间,电流可以增加更大的量,使得产生的电弧加工(例如,刨削、刺穿或切割)工件。

[0005] 尽管用于产生等离子弧的接触启动方案可显著降低电磁干扰和其他电噪声,但该方案通常用于空气冷却、轻工业(例如手持式)等离子割炬中,在重工业环境中的使用有限。这是因为重工业(例如,机械化的)等离子割炬在炬操作期间经常暴露于高热负荷,这需要复杂的冷却剂路径设计来适应高压、对流液体冷却。接触启动方案通常不能在不损害炬功能的情况下克服重工业等离子割炬中的高冷却剂压力(例如,约160 PSI至约180 PSI),炬功能例如能够维持可消耗部件的正确对准、最小化泄漏可能性以及维持切割品质。相反,重工业等离子割炬通常使用高压、高频(HVHF)电路,例如特斯拉线圈点火电路,来产生等离子弧。这种方案的一个缺点是,HVHF电路在等离子弧引发期间产生非常高水平的电磁干扰和/

或噪声,这可能导致许多意想不到的伤害,从而导致客户投诉和项目时间表的延迟。

发明内容

[0006] 本发明提供了接触启动技术和相关装置,用于在液体冷却等离子弧炬中产生等离子弧,例如在重工业等离子割炬中,其可具有特征:操作电流大于约130安培,使用液体冷却剂进行强制对流冷却,具有由炬和可消耗品几何形状形成的复杂冷却路径,并用于不同气体(不限于空气)的多种过程中。在一些实施例中,本发明的等离子弧炬的接触启动是通过操纵两种流体(例如,一种液体和一种气体)来致动某些炬部件,例如驱动电极与喷嘴接触和分离,从而重复且可控地实现的。本发明的设计可以显著降低炬和系统中的电磁干扰和电噪声,这又产生了许多益处,包括降低噪声对其他炬设备性能的影响,降低对屏蔽和/或过滤部件的需求,以及扩展设计空间以容纳新的功能(例如,炬、控制台、传感器和射频识别标签)来增强自动化。其他益处包括降低各种炬部件(例如,控制台和引线)的成本、重量和尺寸,在系统级降低电源与控制线束之间的间距,以及减少产品开发时间表和成本。这些益处最终促进了操作和集成,从而提高了客户满意度。在一些实施例中,本文描述的本接触启动技术和装置的某些方面可以适用于空气冷却(例如,轻工业)等离子切割系统。

[0007] 一方面,本发明的特征在于接触启动液体冷却等离子弧割炬。该炬包括能平移的液体冷却电极,该电极具有电极主体,该电极主体沿着电极主体的纵向轴线限定了近端和远端。电极主体包括冷却剂腔,其具有设置在电极主体远端处的远侧内部冷却剂表面。冷却剂腔被配置成接收炬的冷却剂管的至少一部分,用于将液体冷却剂流导向远侧通过冷却剂腔内的冷却剂管并导向电极的远侧内部冷却剂表面。远侧内部冷却剂表面被成形为基本上在冷却剂腔内的冷却剂管的外表面上向近侧重新导向液体冷却剂流。炬还包括围绕电极主体远端设置的喷嘴。炬还包括围绕电极主体近端设置的多件式阴极。该阴极包括第一主体和第二主体,第一主体被成形为与电极配合接合,第二主体被成形为与炬配合地接合。第一主体滑动地接合第二主体,使得第一主体和电极可沿着纵向轴线相对于第二主体轴向平移。

[0008] 另一方面,本发明的特征在于用于接触启动液体冷却等离子弧炬的多件式炬阴极。多件式炬阴极包括第一主体,该第一主体包括被配置成接收和配合地接合电极的腔。多件式炬阴极还包括设置在炬内的第二主体。在等离子弧炬的操作期间,第一主体滑动地接合第一主体,并相对于第二主体轴向平移。

[0009] 上述方面中的任何方面可包括以下特征中的一个或多个特征。在一些实施例中,电极相对于第二主体的轴向平移相对于电极远端处的喷嘴偏置电极。在一些实施例中,炬包括气体输入端口,用于接收偏置气体并向炬供应偏置气体。偏置气体适于在阴极的第一主体上产生反吹压力,以将第一主体轴向平移到与第二主体抵接的位置,从而将电极轴向平移远离喷嘴。在一些实施例中,电极的轴向平移独立于通过炬的等离子气流。

[0010] 在一些实施例中,电极主体的冷却剂腔中的液体冷却剂流适于在电极上产生前向偏置压力,以将电极向喷嘴轴向平移,从而将第一主体远离阴极的第二主体轴向平移。在一些实施例中,前向偏置压力大于反吹压力。在一些实施例中,直接暴露于反吹压力的第一主体的侧向表面具有的表面面积大于直接暴露于前向偏置压力的电极的内部冷却剂表面的表面面积。第一主体的侧向表面和电极的内部冷却剂表面基本上正交于纵向轴线。

[0011] 在一些实施例中,炬包括密封的加压腔室,该加压腔室具有由阴极的第一主体的反吹凸缘限定的第一部分。在一些实施例中,反吹凸缘包括暴露于偏置气流的第一表面,用于促使第一主体进入相对于第二主体抵接的位置。在一些实施例中,密封的加压腔室由从设置在炬中的气体端口接收的偏置气体加压。在一些实施例中,液体冷却剂流对电极的远侧内部冷却剂表面的压力大于偏置气流的压力。例如,液体冷却剂流的压力比偏置气流的压力以约40%更大。在一些实施例中,反吹凸缘的第一表面的表面面积大于远侧内部冷却剂表面的表面面积。

[0012] 在一些实施例中,密封加压腔室具有由涡流环或等离子腔室覆盖物之一限定的第二部分。在一些实施例中,等离子腔室覆盖物和涡流环形成整体结构。

[0013] 在一些实施例中,阴极包括位于第一主体与第二主体之间的一个或多个防旋转特征组,以防止第一主体和第二主体相对于彼此的径向移动。在一些实施例中,一个或多个防旋转特征组包括第一主体的一个或多个凸肩部段组和第二主体的一个或多个凹肩部段组。凸肩部段被配置成配合地接合相对应的凹肩部段。

[0014] 在一些实施例中,阴极的第一主体包括一个或多个螺纹组,以配合地接合电极。在一些实施例中,炬包括设置在阴极的第一主体与第二主体之间的电接触件。在一些实施例中,电接触件包括斜圈弹簧。在一些实施例中,电接触件被配置成在炬操作的导引弧模式期间在第一主体与第二主体之间传递基本上所有的导引弧电流。

[0015] 在又一方面,本发明的特征在于一种用于接触启动液体冷却等离子弧炬的方法,该液体冷却等离子弧炬包括电极、设置在电极远端周围的喷嘴和设置在电极近端周围的多件式阴极。该方法包括向电极供应冷却剂流,其中冷却剂流适于在电极表面上施加第一压力,从而将电极偏置成与喷嘴物理接触。该方法还包括在电极与喷嘴之间建立作为导引电流流的炬电流流动,并向炬的增压室供应等离子切割气体。该方法还包括向炬的密封加压腔室供应偏置气体。偏置气体适于在密封加压腔室中产生第二压力,该第二压力将电极远离喷嘴偏置,从而使用增压室中的等离子切割气体引发等离子弧。该方法还包括在用等离子弧切割工件时,将炬电流流动从喷嘴转移到工件。

[0016] 在一些实施例中,将电极偏置为与喷嘴物理接触或远离喷嘴与通过炬的等离子切割气流无关。在一些实施例中,冷却剂流经由插入到电极腔中的冷却剂管供应到电极,其中该腔包括适于直接暴露于第一压力的远侧冷却剂表面。

[0017] 在一些实施例中,密封加压腔室位于增压室近侧。在一些实施例中,密封加压腔室的一部分由多件式阴极的第一主体的偏置凸缘限定。第一主体固定地附连到电极上,并可相对于阴极的静止的第二主体平移。第一主体设置在第二主体的远侧。

[0018] 在一些实施例中,该方法还包括对第一主体的偏置凸缘的偏置表面施加第二压力,以将第一主体向近侧平移成与第一主体物理接触,从而将电极向近侧平移远离喷嘴。在一些实施例中,远侧冷却剂表面的第一面积小于偏置凸缘的偏置表面的第二面积。在一些实施例中,冷却剂流对远侧冷却剂表面的第一压力大于偏置气体对偏置表面的第二压力。

[0019] 在一些实施例中,该方法还包括斜降用于操作炬的偏置气体的供应,以使施加在电极上的第一压力能够将阴极的第一主体远离第二主体平移,并允许电极与喷嘴物理接触,为炬的下次启动做准备。在一些实施例中,该方法还包括经由位于阴极的第一主体与第二主体之间的动态电接触件传递基本上所有的导引电流流动。

[0020] 在又一方面,本发明的特征在于一种接触启动液体冷却等离子弧割炬,其包括可消耗的炬头,该炬头包括喷嘴、电极、冷却剂管和阴极。炬还包括连接到炬头近端的插座。该插座被配置成可控地向切割头供应液体冷却剂和一种或多种气体。该插座包括用于向冷却剂管提供液体冷却剂供应的冷却剂阀接口,其中液体冷却剂被配置为冷却炬头,同时施加前向压力,该前向压力被配置为朝向喷嘴偏置电极。该插座还包括第一气阀,该第一气阀用于调节等离子切割气体向位于炬头的电极与喷嘴之间的增压室的供应,该等离子切割气体适于产生用于切割工件的等离子弧。该插座还包括第二气阀,用于调节偏置气体向邻近炬头阴极定位的加压腔室的供应。偏置气体适于在加压腔室中产生后向压力,以偏置电极远离喷嘴。

[0021] 在一些实施例中,冷却剂阀接口适于在转移弧模式和导引弧模式下向冷却剂管供应液体冷却剂,以操作炬。在一些实施例中,用于调节偏置气体供应的第二气阀适于在操作炬的持续时间的至少一部分时间内关闭或斜降。

[0022] 在一些实施例中,炬还包括设置在插座中用于存储射频识别(RFID)标签的体积。RFID标签被配置成存储可消耗品识别信息、可消耗品使用历史或过程参数中的至少一个。

[0023] 在一些实施例中,偏置气体包括氮气。

附图说明

[0024] 通过结合附图参照以下描述,可更好地理解本发明的上述优点以及其他优点。附图不一定按比例绘制,相反,重点通常放在说明本发明的原理上。

[0025] 图1示出了根据本发明的一些实施例,在电极与炬的喷嘴接触的位置操作的示例性接触启动、液体冷却等离子弧割炬的截面图。

[0026] 图2示出了根据本发明的一些实施例,在电极被偏置远离炬的喷嘴的位置操作的图1的接触启动液体冷却等离子弧割炬。

[0027] 图3示出了根据本发明的一些实施例,图1和图2的等离子弧割炬的电极与阴极远侧主体之间的示例性连接。

[0028] 图4示出了根据本发明的一些实施例,图1和图2的等离子弧割炬的阴极的近侧阴极主体与远侧阴极主体之间的示例性连接的截面图。

[0029] 图5示出了根据本发明的一些实施例,图1和图2的等离子弧割炬的阴极远侧主体的详细透视图。

[0030] 图6示出了根据本发明的一些实施例,图1和图2的等离子弧割炬的加压腔室的另一种配置。

[0031] 图7示出了根据本发明的一些实施例,图1和图2的等离子弧割炬的冷却剂管的另一种配置。

[0032] 图8示出了根据本发明的一些实施例,用于接触启动图1和图2的等离子弧割炬的示例性方法。

[0033] 图9示出了根据本发明一些实施例的另一示例性等离子弧割炬。

[0034] 图10示出了根据本发明的一些实施例,被配置为与图1和图2的等离子弧割炬连接的示例性插座。

[0035] 图11示出了根据本发明一些实施例的示出图10的插座的有效性的图表。

[0036] 图12示出了根据本发明的一些实施例,被配置为与图1和图2的等离子弧割炬连接的另一示例性插座。

[0037] 图13示出了根据本发明的一些实施例,被配置为与图1和图2的等离子弧割炬连接的示例性偏置流体阀。

[0038] 图14示出了根据本发明的一些实施例的示出在炬操作期间在图1和图2的等离子弧割炬中各种液体流和气体流的示例性压力水平的图表。

[0039] 图15示出了根据本发明一些实施例的图1和图2的等离子弧割炬的截面图。

具体实施方式

[0040] 图1示出了根据本发明的一些实施例,在电极104与炬100的喷嘴106在物理接口105处接触的位置操作的示例性接触启动、液体冷却等离子弧割炬100的截面图。根据本发明的一些实施例,图2示出了在电极104向近侧偏置远离喷嘴106的位置操作的同一炬100,从而在电极104与喷嘴106之间产生间隙107。通常,图1和图2的等离子弧割炬100限定了中心纵向轴线A,炬主体102沿着该中心纵向轴线A连接到炬嘴103,炬嘴103包括多个可消耗部件,可消耗部件包括电极104和喷嘴106。在下文中,炬100的部件的近端被限定为当炬100用于加工工件时,该部件沿着纵向轴线A远离工件(未示出)的区域,而炬部件的远端被限定为当炬100用于加工工件时,该部件的与近端相反并靠近工件的区域。

[0041] 炬主体102可包括炬绝缘体108,炬绝缘体108被配置为支撑多件式阴极110和冷却剂管112,冷却剂管112的一部分设置在炬绝缘体108中。阴极110和冷却剂管112可以是也可以不是等离子弧炬100的可消耗品。在一些实施例中,炬主体102的炬绝缘体108由电绝缘材料制成,并包括沿中心纵向轴线A延伸并基本上围绕中心纵向轴线A设置的中心主通道114。主通道114可被配置成容纳多件式阴极110的至少一部分。如图所示,阴极110可在主通道114内沿着炬绝缘体108长度的一部分延伸。阴极110可包括两个不同的主体,包括近侧阴极主体110a和远侧阴极主体110b。近侧阴极主体110a被成形和配置成与炬主体102配合地接合,例如与炬主体102的炬绝缘体108中的主通道114的表面固定地接合。一个或多个炬锁定部件(例如螺纹或O形环密封件)可用于将阴极110的近侧阴极主体110a的外表面固定到炬绝缘体108内部的主通道114上。远侧阴极主体110b被成形和配置成配合地接合电极104。例如,一个或多个电极锁定部件(例如,螺纹或O形环)可用于将远侧阴极主体110b的内表面固定地接合至电极104近端的外表面。在一些实施例中,近侧阴极主体110a和远侧阴极主体110b由导电材料例如黄铜和/或铜制成。此外,远侧阴极主体110b可滑动地接合近侧阴极主体110a,使得远侧主体110b和电极104可相对于近侧主体110a沿纵向轴线A轴向地平移。在一些实施例中,多件式阴极110还包括弹性元件116(例如,斜圈弹簧),其设置并连接在阴极110的近侧主体110a与远侧主体110b之间,以使这些主体相对于彼此轴向平移期间的摩擦最小化。此外,弹性元件116可以是导电的,以在两个主体110a、110b相对移动期间在它们之间提供一致的电接触。关于阴极主体110a和110b、炬绝缘体108和电极104之间的连接的细节将在下面参照图4进行解释。

[0042] 在一些实施例中,阴极110的远侧阴极主体110b、阴极110的近侧阴极主体110a和电极110的互连限定了壳体,冷却剂管112被包在该壳体内。具体而言,如图1和图2所示,阴极110的近侧主体110a可在炬绝缘体108的主通道114内物理联接到冷却剂管112的近端。例

如,冷却剂管112可在其近端包括一个或多个螺纹118,以在冷却剂管112的外表面与近侧阴极主体110a的内表面之间形成螺纹连接。因此,冷却剂管112的至少近侧部分插入阴极110内。此外,如图1和图2所示,冷却剂管112的至少远侧部分设置在电极104的冷却剂腔120中。电极104通常包括沿着纵向轴线A限定近端和远端的电极主体。冷却剂腔120设置在电极主体104中,并且从电极主体104的近端开口以接收冷却剂管112。冷却剂腔120还具有设置在电极主体104的远端处的远侧内部冷却剂表面122,其中远侧内部冷却剂表面122基本上正交于纵向轴线A。在冷却剂管112插入冷却剂腔120内时,冷却剂管112适于将液体冷却剂流140导向远侧通过冷却剂腔120内的冷却剂管112并流向远侧内部冷却剂表面122,远侧内部冷却剂表面122被配置成基本上重新导向液体冷却剂流,在冷却剂腔120内的冷却剂管112的外表面上向近侧返回。

[0043] 在一些实施例中,冷却剂管112是多件式伸缩冷却剂管。如图所示,冷却剂管112包括至少两件,近侧件112a和远侧件112b。远侧冷却剂管件112b适于以伸缩方式在近侧件112a的中空主体内轴向平移,而近侧件112a固定地接合到炬绝缘体108上。例如,冷却剂管112的近侧件112a可经由螺纹连接固定地接合到炬绝缘体108的主通道114,该螺纹连接包括设置在冷却剂管112的近侧件112a的外表面上一个或多个螺纹118。使用多件式伸缩式冷却剂管112的优点在于,其改进了可消耗品对准,其中近侧件112a的紧公差在炬操作期间充当电极104的导柱。

[0044] 在一些实施例中,喷嘴106设置在电极主体104的远端周围,并与电极主体104在周向隔开,以在其间限定增压室区124。喷嘴106可以包括中心喷嘴出口孔126,用于排出等离子弧,例如电离气体射流,用于加工(例如切割)工件,或者用于允许预流气体在电极喷嘴分离之前从增压室区124排出(例如形成导引弧)。在一些实施例中,喷嘴106是两件式喷嘴,其包括基本上被喷嘴主体106b包围的内部喷嘴衬套106a。因此,在该配置中,电极104与喷嘴106之间的物理接触发生在电极104与内部喷嘴衬套106a之间的接口105处。备选地,在没有内部喷嘴衬套106a的实施例中(即,喷嘴106是单件式结构),物理接口出现在电极104与喷嘴主体106b之间。在一些实施例中,炬嘴103包括牢固地连接(例如螺纹连接)到炬主体102的内保持帽128,以将喷嘴106保持到炬主体102上,以及相对于纵向轴线A径向和/或轴向定位喷嘴106。在一些实施例中,炬嘴103包括经由外保持帽132固定(例如螺纹连接)到炬主体102上的屏蔽件130。屏蔽件130包括屏蔽件出口孔134,该屏蔽件出口孔134与喷嘴出口孔126组合地限定了等离子弧出口孔,在炬操作期间,等离子弧通过该等离子弧出口孔被递送到工件。

[0045] 在一些实施例中,炬嘴103包括安装在电极104周围的涡流环135。涡流环135可以具有一组径向和/或轴向偏移(或倾斜)的气体分布孔,其被配置为向等离子气流赋予切向和/或平行速度分量,从而导致等离子气流形成涡流。这种涡流产生涡旋,该涡旋限制弧并稳定弧在电极104上的位置。在一些实施例中,炬嘴103包括腔室覆盖物138,该腔室覆盖物138被配置成通过桥接阴极110与涡流环135之间的间隙来提供增压室区124的基本上防流体密封。例如,如图1和图2所示,腔室覆盖物138可经由例如螺纹连接、O形环、干涉配合等配合地附连到炬绝缘体108的主通道114和涡流环135上而固定定位在炬100内。腔室覆盖物138也能可滑动地接合到远侧阴极主体110b,使得当电极104被偏置进入或远离喷嘴106时,远侧阴极主体110b相对于腔室覆盖物138轴向平移。在一些实施例中,腔室覆盖物138和涡

流环135形成一体式结构,其中腔室覆盖物138成为涡流环135的一部分。腔室覆盖物138与涡流环135的集成将在下面参照图7进一步详细描述。在一些实施例中,腔室覆盖物138和/或涡流环135由电绝缘材料例如Vespel、Torlon、热塑性塑料或Lava制成。

[0046] 一般而言,接触启动方案可用来在用于重工业等离子切割的炬100中产生等离子弧,同时炬100由液体冷却,以从炬可消耗品中移除多余热量。在操作中,液体冷却剂流140从炬主体102提供给与其连接的冷却剂管112。示例性的液体冷却剂包括水、丙二醇、乙二醇或为等离子切割系统设计的任何数量的市售冷却剂。例如,液体冷却剂可以包括大约30%的丙二醇和大约70%的水。冷却剂管112将冷却剂流140传导至电极104,以冷却炬嘴103。冷却剂流140在进入冷却剂管112时沿远侧方向施加的典型压力为约160磅每平方英寸(PSI)至约180 PSI。当流过电极主体104的冷却剂腔120内的冷却剂管112时,冷却剂流140适于在电极104的偏置表面上施加前向偏置力,例如当冷却剂流140从腔120内的冷却剂管112离开时在电极104的远侧内部冷却剂表面122上施加前向偏置力。在没有相等或更大的相反的反吹力的情况下,与冷却剂流140相关联的这种前向偏置力将电极104在远侧方向上朝向喷嘴106在轴向平移,直到电极104在增压室区124中物理接触喷嘴106,在该位置,电极104的远侧移动受到喷嘴106的限制。图1示出了这种闭合接触状态,这是在导引弧模式下操作等离子弧割炬以接触启动炬100所需要的。如图所示,电极104在内部喷嘴衬套106a处接触喷嘴106,以形成基本周向的物理接口105。在可选实施例中,当内部喷嘴衬套106a不存在时,电极104与喷嘴主体106b接触。因此,液体冷却剂流140适于提供冷却和前向偏置功能。

[0047] 在一些实施例中,电极104相对于在电极104远端处的喷嘴106的轴向平移和偏置导致远侧阴极主体110b相对于近侧阴极主体110a的轴向平移,至少因为远侧阴极主体110b联接到电极104的近端。具体而言,在导引弧模式中,当与冷却剂流140相关联的前向偏置力大于任何相反的反吹力(并且电极104被偏置成与喷嘴106物理接触)时,阴极110的远侧主体110b适于远离阴极110的相对静止的近侧主体110a向远侧平移,以在两个主体之间产生轴向间隙141,如图1所示。在一些实施例中,近侧阴极主体110a与远侧阴极主体110b分离适于使连接在它们之间的弹性元件116变形,其中弹性元件116用作两个主体110a、110b之间的电接触,例如主要在两个主体相对于彼此轴向平移期间。

[0048] 在导引弧模式下,电极104由冷却剂流140前向偏置,以与喷嘴106物理接触,在喷嘴106与电极104之间建立小导引弧电流的电流流动路径。导引弧电流可以在大约9安培到大约60安培之间。等离子气流150也被引入电极104与喷嘴106之间的炬100的增压室区124。在建立了导引弧电流之后,将反吹力施加到炬100的反吹表面上,以中断增压室区124中电极104与喷嘴106之间的物理接触,此时,导引弧电流在增压室区124中的所得间隙107中的等离子气流150中引发火花放电。在一些实施例中,供应到增压室区124的等离子气流150也用于产生反吹力以分离电极104与喷嘴106之间的接触,在这种情况下,反吹表面是电极104的远端面。可选地,在图1和图2的等离子弧炬100中,独立于等离子气流150的单独偏置流体用于克服/平衡冷却剂流140的偏置效应,并在远侧阴极主体110b的反吹表面148a处致动电极104与喷嘴106之间的分离。关于该反吹表面148的细节在下面提供。图2示出了这种断开接触状态,其中电极104被偏置流体流142偏置远离喷嘴106,该偏置流体流142适于在阴极110的远侧主体110b上施加反吹压力,以产生将远侧主体110b轴向平移到与近侧主体110a抵接的位置的反吹力。这导致附连到远侧阴极主体110b的电极104轴向平移远离喷嘴106。

在一些实施例中,与用于将等离子气流150供应到增压室区124的端口分开且不同的偏置流体输入端口144联接到炬100,其中偏置流体输入端口144被配置成接收偏置流体(例如,气体或液体)并将其供应到炬100。因此,偏置流体流142独立于等离子气流150和/或作为等离子气流150的补充。在一些实施例中,偏置流体是气体,例如氮气。

[0049] 在一些实施例中,偏置流体沿流体流动路径142在炬100内按路线发送,以对炬100的基本密封的加压腔室146加压。由密封加压腔室146中的偏置流体流142施加的压力可以被调制以产生反吹力,该反吹力产生用于在增压室区126中将电极104与喷嘴106分离的非平衡条件。如图2所示,密封加压腔室146由远侧阴极主体110b的反吹凸缘148、阴极主体110a、110b设置在其中的炬绝缘体108的一部分以及腔室覆盖物138的一部分合作地限定。具体而言,加压腔室146在近侧由反吹凸缘148界定,在远侧由腔室覆盖物138界定,并且在径向由炬绝缘体108界定。如图所示,近侧阴极主体110b的反吹凸缘148包括基本上正交于纵向轴线A的侧向反吹表面148a。在一些实施例中,腔室覆盖物138和涡流环135形成整体结构,并且腔室覆盖物138是涡流环135的一部分,在这种情况下,加压腔室146替代地部分地由涡流环135限定。在一些实施例中,密封加压腔室146仅由腔室覆盖物138和远侧阴极主体110b限定,其中腔室覆盖物138和远侧阴极主体110b中的任一个或两个包括周向凸缘,其轴向延伸以屏蔽炬绝缘体108与密封加压腔室146隔开。

[0050] 为了偏置电极104远离与喷嘴106的接触,加压腔室146的反吹表面148a上的偏置流体流142产生的反吹力大于与液体冷却剂流140相关联的前向偏置力,且方向与前向偏置力基本相反,这被限定为操作炬100的非平衡条件。为了实现这种非平衡条件,密封的加压腔室146被从流体输入端口144接收的偏置流体加压。在加压腔室146内,加压腔室146的表面,包括远侧阴极主体110b的反吹凸缘148的侧向表面148a,暴露于偏置流体流142和产生的压力。随着加压腔室146中的流体压力增大,远侧反吹力施加在可滑动远侧阴极主体110b的反吹凸缘148上,以促使远侧阴极主体110b平移到与近侧阴极主体110a抵接的位置。在一些实施例中,至少因为电极104的近端联接至远侧阴极主体110b,远侧阴极主体110b的轴向平移和偏置导致在增压室区124中电极104相对于喷嘴106轴向平移。具体而言,当反吹力大于与冷却剂流140相关联的前向偏置力时(并且远侧阴极主体110b被偏置成与近侧阴极主体110a物理接触),电极104适于远离相对静止的喷嘴106向近侧平移,以在增压室区124中产生气隙107,如图2所示。在一些实施例中,近侧阴极主体110a与远侧阴极主体110b之间的物理接触适于压缩连接在它们之间的弹性元件116。在一些实施例中,力的平衡也受到机械偏置力的影响。

[0051] 在一些实施例中,尽管偏置气流142对反吹表面产生的反吹力大于冷却剂流140对前向偏置表面产生的前向偏置力,但供应至炬100的偏置气流142的压力小于供应至炬100的冷却剂流140的压力。例如,偏置气流142的压力可以小于约160 PSI,例如约80 PSI至约90 PSI,而冷却剂流140的压力更大,例如约160 PSI至约180 PSI。在一些实施例中,暴露于偏置气流142的反吹表面是远侧阴极主体110b的表面,例如远侧阴极主体110b的反吹凸缘148的侧向表面148a。在一些实施例中,暴露于冷却剂流140的前向偏置表面是电极104的表面,例如电极的远侧内部冷却剂表面122。较低的偏置流体压力可以通过将反吹凸缘148的侧向表面148a的表面面积配置成大于远侧内部冷却剂表面122的表面面积来实现,其中两个表面148a、122都基本上正交于纵向轴线A。由于压力与其上施加压力的可用表面面积成

反比,较大的表面面积意味着需要较小的压力来实现期望的力。在一些实施例中,液体冷却剂流140的压力比偏置气流142的压力以大约40%更大。在一些实施例中,反吹凸缘148的侧向表面148a的表面面积比远侧内部冷却剂表面122的表面面积以大约40%更大。

[0052] 图3示出了根据本发明的一些实施例的图1和图2的等离子弧割炬100的电极104与阴极110的远侧主体110b之间的示例性连接。如图所示,电极104经由电极104近端的外表面302与远侧阴极主体110b的内表面304之间的锁定机构固定地附连到阴极110的可平移远侧主体110b。接合时,电极104的近侧部分设置在中空远侧阴极主体110b内。这种固定附连可经由螺纹连接实现,其中电极104的外表面302上的至少一个螺纹306被配置成可旋转地接合远侧阴极主体110b的内表面304上的至少一个凹槽308。此外,至少一个密封机构310可设置在远侧阴极主体110b的内表面304与电极104的外表面302之间,以在这两个部件之间提供防水密封。在其他实施例中,电极104与远侧阴极主体110b经由不同的锁定机构,例如经由干涉配合,彼此固定地接合。

[0053] 图4示出了根据本发明的一些实施例,图1和图2的等离子弧割炬100的阴极110的近侧阴极主体110a与远侧阴极主体110b之间的示例性连接的截面图。如上所描述的,远侧阴极主体110b可相对于近侧阴极主体110a沿纵向轴线A轴向平移。在一些实施例中,阴极100还包括位于近侧阴极主体110a与远侧阴极主体110b之间的一组一个或多个防旋转特征402,以防止这些主体相对于彼此的径向移动,同时使它们能够相对轴向平移移动。如图所示,近侧阴极主体110a基本上设置在炬绝缘体108的主通道114中并与炬绝缘体108的主通道114固定地接合,以确保近侧阴极主体110a基本上是静止的。炬绝缘体108的主通道114与近侧阴极主体110a之间的这种固定接合可经由使用例如设置在两个部件之间的O形环404的干涉配合来实现。远侧阴极主体110b的至少近侧部分基本上设置在近侧阴极主体110a的中空主体内,以形成伸缩布置,使得远侧阴极主体110b在静止的近侧阴极主体110a的中空主体内轴向平移。一个或多个防旋转特征402的组可包括远侧阴极主体110b的一个或多个凸肩部段402b的组和包括近侧阴极主体110a的一个或多个凹肩部段402a的组。每个凸肩部段402b包括自远侧阴极主体110b的外表面的径向突起,并且每个凹肩部段402a包括自近侧阴极主体110a的内表面的径向突起。接合时,远侧阴极主体110b的每个凸肩部段402b被至少一个相对应的凹肩部段402a径向锁定就位,例如夹在一对凹肩部段402a之间,以防止远侧阴极主体110b在近侧阴极主体110a内径向旋转,但不妨碍近侧阴极主体110a的轴向移动。在一些实施例中,冷却剂管112的近侧部分设置在远侧阴极主体110b的中空主体内。

[0054] 在一些实施例中,动态电接触件116设置在阴极110的近侧主体110a与远侧主体110b之间。电接触件116可以是位于远侧阴极主体110b的外周向表面与近侧阴极主体110a的内周向表面之间的环形斜圈弹簧的形式。在一些实施例中,动态电接触件116被配置成在炬操作的导引弧模式期间在近侧阴极主体与远侧阴极主体之间传递基本上所有的导引弧电流,如将在下面详细描述。

[0055] 图5示出了根据本发明的一些实施例的图1和图2的等离子弧割炬100的阴极的远侧主体110b的详细透视图。如图所示,远侧阴极主体110b通常包括近侧部分502和远侧部分504。远侧阴极主体110b的近侧部分502包括一个或多个突伸的凸肩部段402b,如上文关于图4所描述的(例如,图5中示出了两个凸肩部段402b)。这些凸肩部段402b适于接合近侧阴极主体110a的凹肩部段402a,以防止阴极主体之间的径向移动,同时使它们能够相对轴向

平移。远侧部分504包括从远侧阴极主体110b的外表面突伸的反吹凸缘148。如上文所描述的，反吹凸缘148限定了加压腔室146的至少一部分，用于致动远侧阴极主体110b的轴向移动。具体而言，反吹凸缘148包括基本正交于纵向轴线A的侧向反吹表面148a(如图1和图2所示)，其中侧向反吹表面148a在远侧阴极主体110b轴向平移期间暴露于加压腔室146中的偏置流体的反吹压力。在一些实施例中，远侧阴极主体110b的远侧部分504的内表面被配置成固定地接合电极104，如上文参照图3详细描述。在一些实施例中，远侧阴极主体110b的近侧部分502的外表面可滑动地接合到近侧阴极主体110a，使得远侧阴极主体110b可相对于近侧阴极主体110a向远侧滑动，直到反吹凸缘148物理地抵接近侧阴极主体110a，以阻碍在远侧方向上的进一步移动。

[0056] 图6示出了根据本发明的一些实施例，图1和图2的等离子弧割炬100的加压腔室146的另一种配置。如图所示，代替涡流环135和腔室覆盖物138是彼此固定地附连的两个单独部件(如图1和图2所示)，这两个部件可以组合以形成整体结构602，其中腔室覆盖物138是涡流环135的一部分，并且结构602由单一绝缘材料构成。因此，在图6中，加压腔室146的远侧部分由整体式涡流环602的近端限定。此外，整体式涡流环602提供了增压室区124的气体涡流和不透流体密封的双重功能。

[0057] 图7示出了根据本发明的一些实施例的图1和图2的等离子弧割炬100的冷却剂管112的另一种配置。如图所示，在等离子弧割炬100中可以使用另一个多件式伸缩式冷却剂管702来代替冷却剂管112。冷却剂管702包括至少两件，近侧件702a和远侧件702b。冷却剂管件远侧702b适于以伸缩方式在近侧件702a的中空主体内轴向平移，而近侧件702a固定地接合到炬绝缘体108上。例如，冷却剂管702的近侧件702a可经由螺纹连接而固定地接合到炬绝缘体108的主通道114，该螺纹连接包括设置在冷却剂管702的近侧件702a的外表面上的一个或多个螺纹704。在一些实施例中，冷却剂管702类似于冷却剂管112，除了冷却剂管702的远侧件702b在长度上更短，并且没有被限制成在固定的近侧件702a内向外展开。在操作中，当液体冷却剂被传导以在冷却剂管702内向远侧流动时，由液体冷却剂流施加的压力致动冷却剂管远侧件702b向远侧移动，从而延伸冷却剂管702的总长度。当冷却剂从冷却剂管702离开并撞击到电极104的远侧内部冷却剂表面122上时，冷却剂适于在远侧方向上前向偏置电极104。冷却剂管远侧件702b的延伸/伸缩移动确保冷却剂管702的尖端与电极104之间的适当轴向间距在电极偏置运动的宽范围内得以保持。此外，因为电极104适于在操作期间在冷却剂近侧件702a上滑动，冷却剂近侧件702a的紧公差充当电极104的导柱，在电极104的内径与冷却剂近侧件702a的外径之间有一层冷却剂。

[0058] 一般而言，图1和图2中的等离子弧割炬100能使电极104在炬100内轴向平移，以接触启动炬100，而与用于等离子弧引发的等离子气流150无关。图8示出了根据本发明的一些实施例的用于接触启动图1和图2的等离子弧割炬100的示例性方法800。在操作中，冷却剂流140被供应到插入电极104的腔120中的冷却剂管112(步骤802)。在进入电极104时，冷却剂流140适于在冷却剂管112内在远侧方向上向远侧流动。当冷却剂流140从腔120内的冷却剂管112离开时，冷却剂流140在电极104的远侧内部冷却剂表面122上施加前向偏置压力。在一些实施例中，在炬操作的导引弧模式中，当前向偏置力大于炬100内的任何相反的反吹力，例如大于由偏置流体流142在加压腔室146中产生的反吹力时，电极104被偏置向喷嘴106并与喷嘴106物理接触(如图1所示)。因此，为了确保这种物理接触在导引弧模式中发

生,供应到加压腔室146的偏置流体流142被切断或充分斜降,使得前向偏置力平衡时更大。这种情况允许炬100为随后的启动做好准备。

[0059] 为了在导引弧模式下启动导引弧,导引弧电流联接至从电源(未图示)到等离子弧炬100的电力线,其中由于电极104与喷嘴106彼此物理接触,在电极104与喷嘴106之间建立导引电流流动(步骤804)。在示例性的导引电流流动路径中,导引弧电流流动可以从电源传递到阴极110的近侧主体110a。在一些实施例中,导引弧电流的至少一部分经由近侧阴极主体110a与远侧阴极主体110b之间的动态电接触件116从近侧阴极主体110a传递到远侧阴极主体110b。例如,电接触件116可被适当地配置成在两个阴极主体110a、110b之间传递基本上所有的导引弧电流。在一些其他实施例中,所有或基本上所有的导引弧电流直接在两个阴极主体110a与110b本身之间传递。远侧阴极主体110b又可以将导引弧电流传递到与远侧阴极主体110b物理连接的电极104。由于电极104与喷嘴106之间的物理接触(由冷却剂流140提供的前向偏置力引起),导引弧电流适于流向喷嘴106。在一些实施例中,因为电接触件116夹在两个阴极主体110a、110b之间,并且两者都由冷却剂流140进行液体冷却,这使得能够从电接触件116有效地移除热量,从而允许电接触件116承载全部加工电流(例如,在故障情况下高达300安培),而不会损坏炬部件。

[0060] 在增压室区124中建立导引弧电流之前、期间和/或之后,可将等离子气流150的预流引入喷嘴106与电极104之间的增压室区124中(步骤806)。在现有技术的气体冷却系统中,由等离子气流150施加的压力用于克服基于机械(例如,基于弹簧)的前向偏置力,以将电极104向近侧远离喷嘴106移动,从而在两个部件之间产生气隙。然而,对于等离子弧炬100,供应至密封加压腔室146的偏置流体流142被接通或斜升,以产生抵靠远侧阴极主体110b的偏置凸缘148的侧向表面148a的反吹力(步骤808)。反吹力适于大于冷却剂流140在电极104上的前向偏置力,以促使远侧阴极主体110b在远侧方向上轴向平移,直到偏置凸缘148与近侧阴极主体110a物理接触,如图2所示。远侧阴极主体110b的轴向平移也将电极104向近侧远离喷嘴106轴向平移,以在增压室区124中产生气隙107。在一些实施例中,远侧阴极主体110b接触近侧阴极主体110a所行进的轴向距离被配置成能够在增压室区124中的气隙107中产生电弧,从而能够实现所产生的切割性能。在一些实施例中,远侧阴极主体110b相对于近侧阴极主体110a的这种可平移轴向距离大约与增压室区124中的气隙107的轴向长度相同,电弧在增压室区124中产生。在一些实施例中,远侧阴极主体110b相对于近侧阴极主体110a可平移的最大轴向距离在约0.02英寸至约0.09英寸之间,例如在约0.0225英寸至约0.08英寸之间或在约0.025英寸至约0.055英寸之间。

[0061] 为了产生等离子弧,随着电极104与喷嘴106之间的间隙107增加,在电极104与喷嘴106之间产生电势差。导引弧电流在产生的间隙107中电离等离子气流150的预流,并在该区域引发导引弧。因此,在等离子弧炬100中,电极104相对于喷嘴106的偏置(相互接触或远离)独立于等离子气流150。例如,在等离子气流150被供应到增压室区并且达到适当的等离子气体压力之后,电极104可以被致动以远离喷嘴106偏置。在一些实施例中,反吹凸缘148的侧向反吹表面148a具有比电极104的远侧内部冷却剂表面122更大的表面面积,使得偏置流体流142能够产生足够大的反吹力来克服前向偏置力以将电极104与喷嘴106分离,即使偏置流体流142的压力小于冷却剂流140的压力。通常,反吹压力(由偏置流体流142产生)与等离子气体压力(等离子气流150的)的分离导致等离子弧炬100更好的切割品质,至少因为

等离子气流150不再需要建立足够高的压力来偏置电极104远离喷嘴106;因此,可以使用较低的等离子气体压力,这提供了对炬操作的更好控制。此外,在斜降期间消耗等离子气体压力和/或为不同的加工提供不同的等离子压力不再对等离子弧炬100中的电极移动产生负面影响(与现有技术的炬相比),从而改进了可消耗品的寿命和品质。此外,如上文所描述,在电极104与喷嘴106之间的物理接触之前和/或期间,等离子气体的预流可以被供应到增压室区124,从而在增压室区124中建立足够的压力,该压力在电极104与喷嘴106之间的物理接触中断之后立即/不久驱动快速电弧转移,而不必等待建立最佳转移条件。

[0062] 在切割工件的炬操作的转移弧模式中,工件接地并靠近炬100的远端。可以在电极104与工件之间施加比用于引发导引弧的电压更高的电压,以在间隙被电离后诱导电弧转移到工件。电极104与工件之间的电弧是可用于切割工件的转移电弧(步骤810)。为了维持转移弧,从电源供应较高电压的转移弧电流从近侧阴极主体110a传递到远侧阴极主体110b,再到电极104。在一些实施例中,电接触件116传递转移弧电流的至少一部分。转移弧电流的另一部分可以经由近侧阴极主体110a与远侧阴极主体110b之间的物理接触/接口传递。为了完成转移的电弧电路,转移的电弧电流通过单独的线路(未示出)从工件返回到电源。

[0063] 在一些实施例中,由于在导引弧引发和转移弧进行等离子切割期间都需要炬冷却,因此在两种操作模式下均供应冷却剂流140。在一些实施例中,在两种炬操作模式期间,冷却剂流140以相对恒定的压力供应到炬100中。因此,在两种炬操作模式下,可以存在相对恒定的前向偏置力。相反,现有技术的等离子弧炬和系统不控制冷却剂流的压力来确保电极相对于喷嘴的前向偏置。在一些实施例中,由偏置流体流142供应的压力被适当地调制,以(i)斜升或接通以产生大于前向偏置力的反吹力,从而将电极104远离喷嘴106偏置,或者(ii)斜降或切断以使得前向偏置力占优势,从而将电极104偏置到喷嘴106中。

[0064] 图9示出了根据本发明一些实施例的另一示例性等离子弧割炬200。在该炬200中,等离子气流250用于等离子弧引发和电极偏置。如图所示,炬200包括单片阴极210、冷却剂管212、电极204和喷嘴206。类似于图1和图2的炬100,冷却剂管212被配置成将冷却剂流240引入电极204的内腔220,以冷却电极204并在远侧内部冷却剂表面222上施加前向偏置力,该前向偏置力适于偏置电极204以与喷嘴206接触。在导引弧引发期间,等离子气流250被引入到炬200的增压室区224,其中等离子气流250起到产生等离子弧和在电极204的端表面202上施加反吹力以远离喷嘴206向远侧偏置电极204的双重作用。在一些实施例中,炬200中不存在其他反吹力。在一些实施例中,为了将电极204与喷嘴206分开,由等离子气流250提供的反吹力大于与液体冷却剂流240相关联的前向偏置力。例如,由冷却剂流240施加的偏置前向压力可以相对较低,例如大约60 PSI到大约80 PSI,并且等离子气流250的压力足够高以克服相对较低的冷却剂压力,从而将电极204从喷嘴206分离。在一些实施例中,为了确保电极204在导引弧模式下维持与喷嘴206的物理接触,等离子气流250提供的反吹力低于冷却剂流240的前向偏置力。例如,等离子气流250的压力可以被调制为低于冷却剂流240的压力。因此,与图1和图2的炬100相比,炬200的局限性在于电极202的相对运动取决于等离子气流250的压力,并且等离子气流250的压力的这种选择性调制反过来可能会影响等离子弧引发的品质。例如,需要以足够高的压力供应等离子气流150以克服冷却剂流240的前向偏置压力,从而将电极204与喷嘴206分离,这可能会损害所产生的等离子弧的形成,从而

对整体切割品质有害。图9的等离子弧炬200易受过程变化的影响,因此会限制可使用的过程参数的范围。此外,等离子弧炬200具有相对较小的表面面积(例如,在电极204的远端面)以供等离子体压力作用(和因此反吹偏置力作用)。这可能会限制施加在炬入口处的最大冷却剂压力,从而限制炬200能够处理的冷却剂速度、热移除能力和电流能力。

[0065] 如上文所描述的,在图1和图2的炬100和图9的炬200中,液体冷却剂流被配置成将电极朝向喷嘴偏置,以使得两种可消耗品之间能够物理接触。具体而言,冷却剂流的前向偏置力大于炬内的任何相反的反吹力,以便为实现这种物理接触创造一种非平衡条件。为了使电极104远离喷嘴106向近侧偏置,在炬内产生和/或增加相反的反吹力。相反的反吹力大于(即克服)炬内冷却剂流的前向偏置力,以便产生另一种非平衡条件,将电极与喷嘴分开。在一些实施例中,如图2所示,更大的相反的反吹力由供应到密封加压腔室146的偏置流体流142实现(基本上独立于来自等离子气流150的任何贡献)。在一些实施例中,如图9所示,更大的相反的反吹力由等离子气流150实现(基本上没有任何二次贡献)。在一些实施例中,通过偏置流体流142和等离子气流150施加的反吹力的组合来实现更大的相反的反吹力。例如,总反吹力的大约40%可以来自等离子气流,以及总反吹力的大约60%可以来自二次偏置流体流142(或者来自两种不同流体流的力的任何其他合理组合)。等离子气流150和偏置流体流142可以被可控地调制以实现期望的组合。在一些实施例中,被供应以实现更大相反的反吹力的(多个)流体流的压力低于用于产生前向偏置力的冷却剂流的压力。这是因为反吹力施加于其上的(多个)接触表面具有的总表面面积大于偏置前向力施加于其上的接触表面(例如,电极104的内部冷却剂表面122)的表面面积。

[0066] 图10示出了根据本发明的一些实施例,被配置成与图1和图2的等离子弧割炬100连接的示例性插座900。具体而言,插座900被配置成用于与炬100的炬主体102的近端连接,并且定位在炬100的上游,以可控地将各种气体、液体和/或电力供应递送到炬100。如图所示,插座900大体上限定了沿着中心纵向轴线A延伸的基本上圆柱形的主体902,并且包括近端面904和远端面(未示出)。中心通道906设置在插座主体902中,其中中心通道906沿着插座主体902的长度延伸。中心通道906可以基本上关于中心纵向轴线A对称。中心通道906被配置成接收管状冷却剂阀接口/插座908的至少一部分,该管状冷却剂阀接口/插座908适于与冷却剂阀(未示出)形成接口连接,以在插座900与炬主体102之间接合时将液体冷却剂供应递送到炬100的冷却剂管112。在一些实施例中,冷却剂阀接口/插座908是导电的(例如,由黄铜和/或铜构成)以向炬100供应电流。冷却剂阀接口/插座908所连接的冷却剂阀可以位于插座900的上游或者与插座主体902集成。如上文所描述的,由冷却剂阀接口/插座908供应的液体冷却剂执行炬冷却和电极104朝向喷嘴106前向偏置的双重功能。

[0067] 在一些实施例中,插座902包括设置在插座主体902中的气体通道910,其中气体通道910沿着插座主体902的长度延伸。气体通道910可定位成径向偏离中心纵向轴线A且相对于中心纵向轴线A不同心。气体通道910被配置成接收等离子气阀912的至少一部分,该等离子气阀912适于调节等离子切割气流150并将等离子切割气流递送到炬100的增压室区124。在一些实施例中,插座902包括设置在插座主体902中的流体通道914,其中流体通道914沿着插座主体902的长度延伸。流体通道914可以从中心纵向轴线A径向偏离并相对于中心纵向轴线A不同心。在一些实施例中,流体通道914被配置成接收偏置流体阀916的至少一部分,该偏置流体阀916适于调节偏置流体(例如气体)流142的供应并将其递送至炬100的加

压腔室146。偏置流体阀916可以可控地调整偏置流体流142的压力,例如增加(或接通)流体压力以产生对加压腔室146的反吹凸缘148的反吹力,从而将电极104远离喷嘴106偏置,或者降低(或切断)流体压力以允许冷却剂流的前向偏置力支配(例如,偏置)电极104与喷嘴106接触。在一些实施例中,偏置流体阀916是三通阀,如下面参照图13详细描述。

[0068] 将偏置流体阀916定位在插座900内、靠近炬100的一个优点是,这能使电极104相对于喷嘴106更快地致动,从而最大限度地减少喷嘴106处的能量耗散和/或热量积聚,从而积极影响可消耗品寿命。图11示出了根据本发明的一些实施例的图10的插座布置的有效性的图。该图示出了等离子弧割炬100引发电极104远离等离子弧割炬100内的喷嘴106移动所花费的示例性时间,这取决于偏置流体阀916的位置。具体而言,这些时间取决于偏置流体阀916离加压腔室146有多近定位。如图所示,当使用4mm气体软管将偏置流体阀916连接到加压腔室146时,信号1200指示当偏置流体阀916被放置在插座主体902中时,启动电极移动花费了大约9ms。相反,如果偏置流体阀916被放置在插座主体902外部(例如,在独立的腔中)与加压腔室146相距15英尺处,信号1202指示启动电极移动花费了大约41毫秒。

[0069] 在一些实施例中,插座900被配置成支持与等离子弧割炬100的无线通信,例如便于与炬100的基于射频识别(RFID)的通信。在这种启用RFID的系统中,RFID标签可以设置在炬100中,而RFID读取器(未示出)可以设置在插座900中。RFID标签可以被配置为存储与操作炬100相关的数据,例如可消耗品识别信息、可消耗品/炬使用历史、过程参数中的至少一个,或者与液体冷却剂流、等离子切割气流和/或偏置流体流中的至少一个相关的操作数据。

[0070] 图12示出了根据本发明的一些实施例的另一个示例性插座1000,其被配置为与图1和图2的等离子弧割炬100连接,同时容纳RFID读取器(未图示)。图12的插座1000基本上类似于图10的插座900,除了用于致动炬100的电极104的图10的流体通道914和相关联的偏置流体阀916被移动离开插座1000以为RFID读取器创造空间。例如,插座1000包括腔1002,该腔1002在插座主体1004的近端面1004上具有开口。腔1002被配置成接收和容纳RFID读取器。在这种配置中,与图10中偏置流体阀916的位置相比,偏置流体阀可以位于等离子弧割炬100的更远的上游。例如,偏置流体阀(例如,阀916)可以放置在插座1000与上游炬控制台/关闭阀歧管(未示出)之间的独立腔中,或者与上游炬控制台/关闭阀歧管集成。在一些实施例中,图1和图2的炬系统中没有任何高频启动电路,这允许将敏感的RFID部件设置在插座1000和/或炬100中,同时最小化它们对电磁干扰的暴露。

[0071] 图13示出了根据本发明的一些实施例的示例性偏置流体阀1100,其被配置为与图1和图2的等离子弧割炬100连接。在一些实施例中,偏置流体阀1100与图10的偏置流体阀916基本相同,偏置流体阀916设置在插座900的主体902中。在一些实施例中,偏置流体阀1100位于插座外部,例如在图12所示的布置中。偏置流体阀1100可以是三通阀,其具有连接到例如氮气源的偏置气体源(未示出)的输入气体端口1102、通向大气的通气端口1104和流体连接到炬100的输出气体端口1106。偏置流体阀1100在通电时被配置成启动从输入气体端口1102经由输出气体端口1106向炬100内部的加压腔室146供应偏置气体(或使其供应斜升)。如上所解释的,由加压腔室146内部的偏置气流142产生的反吹力适于可控地偏置电极104远离喷嘴106。偏置流体阀1100的持续通电维持这种分离。一旦偏置流体阀1100断电以切断(或斜降)偏置气体供应,阀1100经由通气端口1104将截留在加压腔室146中的偏置气

体的全部或一部分排放到大气中。这减少或消除了炬100中的反吹力,从而允许冷却剂流140将电极104推向喷嘴106。

[0072] 图14示出了根据本发明的一些实施例的图,在图1和图2的等离子弧割炬100的操作期间,各种液体流和气体流的示例性压力水平。如上文所解释,与冷却剂流140的相对较高的压力1404(例如,大约160至180 PSI)相比,偏置气流142的压力1402可以相对较低(例如,大约85 PSI至大约90 PSI)。因此,为了在导引弧引发期间克服冷却剂流140的前向偏置力,暴露于偏置气流142的压力的接触表面(例如,反吹凸缘148的侧向表面148a)的面积被配置为大于暴露于冷却剂流140的压力的接触表面(例如,电极104的内部冷却剂表面122)的面积。因此,电极104的致动基本上独立于供应给炬100的等离子气流150的压力1406,并且等离子气流150仅用于等离子弧引发。在一些实施例中,当电极104和喷嘴106彼此物理接触并且导引弧电流在它们之间流动时,这两个部件之间没有电势差(电压)。因此,VNE电压1408的随后增加表明喷嘴与电极之间的接触分离,并且因此可以用作检测该分离的替代信号。具体而言,当喷嘴106与电极104接触时,它们之间的电势差最小(例如,没有)。随着这些部件彼此分离,电势差增加,如VNE信号1408中所反映的。因此,在切割过程的早期,VNE电压1408的施加1410可以用作检测电极分离移动的替代信号。

[0073] 图15示出了根据本发明一些实施例的图1和图2的等离子弧割炬100的截面图。如图所示,炬100的炬绝缘体108基本上围绕中心纵向轴线A设置在炬主体102中并被炬主体102包围。绝缘体108包括主中心通道114,近侧阴极主体110a设置在该主中心通道114中并固定连接到该主中心通道114。近侧阴极主体110a基本上包围远侧阴极主体110b的至少一部分,其中两个阴极主体110a、110b连接成使得它们不会相对于彼此径向旋转,但是远侧阴极主体110b被配置成相对于近侧阴极主体110b轴向平移。这种连接通过设置在近侧阴极主体110a与远侧阴极主体110b上的防旋转特征402a、402b(例如肩部)来实现,如上文参照图4详细描述。如图所示,冷却剂管112基本上被阴极主体110a、110b围绕中心纵向轴线A包围。如上文参照图10所描述的,插座900的冷却剂阀接口/插座908可在插座900与炬100接合时与冷却剂管112对准,以将液体冷却剂流递送至炬100。在一些实施例中,炬主体102、绝缘体108、阴极主体110a、110b和冷却剂管112围绕中心纵向轴线A基本同心设置。

[0074] 此外,绝缘体108包括偏离中心纵向轴线A的几个不同心的通道,用于将各种液体和/或气体传导至与其相连的可消耗品。例如,绝缘体108包括沿纵向轴线A延伸的等离子气体通道1504,用于接收来自插座900(图10所示)的等离子气阀912的等离子气流(例如,图1的等离子气流150),并将等离子气流递送到电极104与喷嘴106之间的增压室区124。绝缘体108还可包括沿纵向轴线A延伸的偏置流体通道1502,用于将偏置流体流(例如,图2的偏置气流142)传导至邻近远侧阴极主体110b的加压腔室146。在一些实施例中,从插座900的偏置流体阀916接收偏置流体流(如图10所示)。在一些实施例中,偏置流体流从插座900外部的源接收。绝缘体108还可包括用于向炬100供应屏蔽流体(例如,气体)的屏蔽流体通道1506、导销1508以及通气管和欧姆销1510。在一些实施例中,绝缘体108包括从电极104到喷嘴106的多个内部冷却剂通路1512以及到炬引线的冷却剂返回通路1512。

[0075] 如上文所描述的,本发明的系统和方法可利用两种流体流来致动炬部件,例如液体冷却剂流,以能使喷嘴与电极之间接触,以及来自单独腔室的偏置气流,以中断这种接触。使用流体用于部件致动的一个优点是,它们提供了可靠且一致的原动力,没有常见的弹

簧问题,例如刚度可变性、老化、疲劳、磨损、开裂和扭曲。另一个优点是,这些流体能够独立于过程气体(例如,等离子切割气体)的类型和压力来致动部件。这允许在过程设计方面有更大的自由度,例如气体类型、压力设定点、斜升和/或下降曲线等。另一个优点是,在增压室区中建立了期望的流体流动和压力之后,可以引发电极移动。例如,在等离子气流150被供应到增压室区并且达到适当的等离子气体压力之后,电极104可以被致动以偏置远离喷嘴106。其他优点包括消除了使用HVHF电路进行高频启动的需要,增强了对导引电流承载元件的冷却,这改进了稳健性和范围,并延长了可消耗品寿命和一致的切割品质。

[0076] 应当理解,本发明的各个方面和实施例可以以各种方式组合。基于本说明书的教导,本领域普通技术人员可以容易地确定如何组合这些不同的实施例。本领域技术人员在阅读说明书后也可以进行修改。

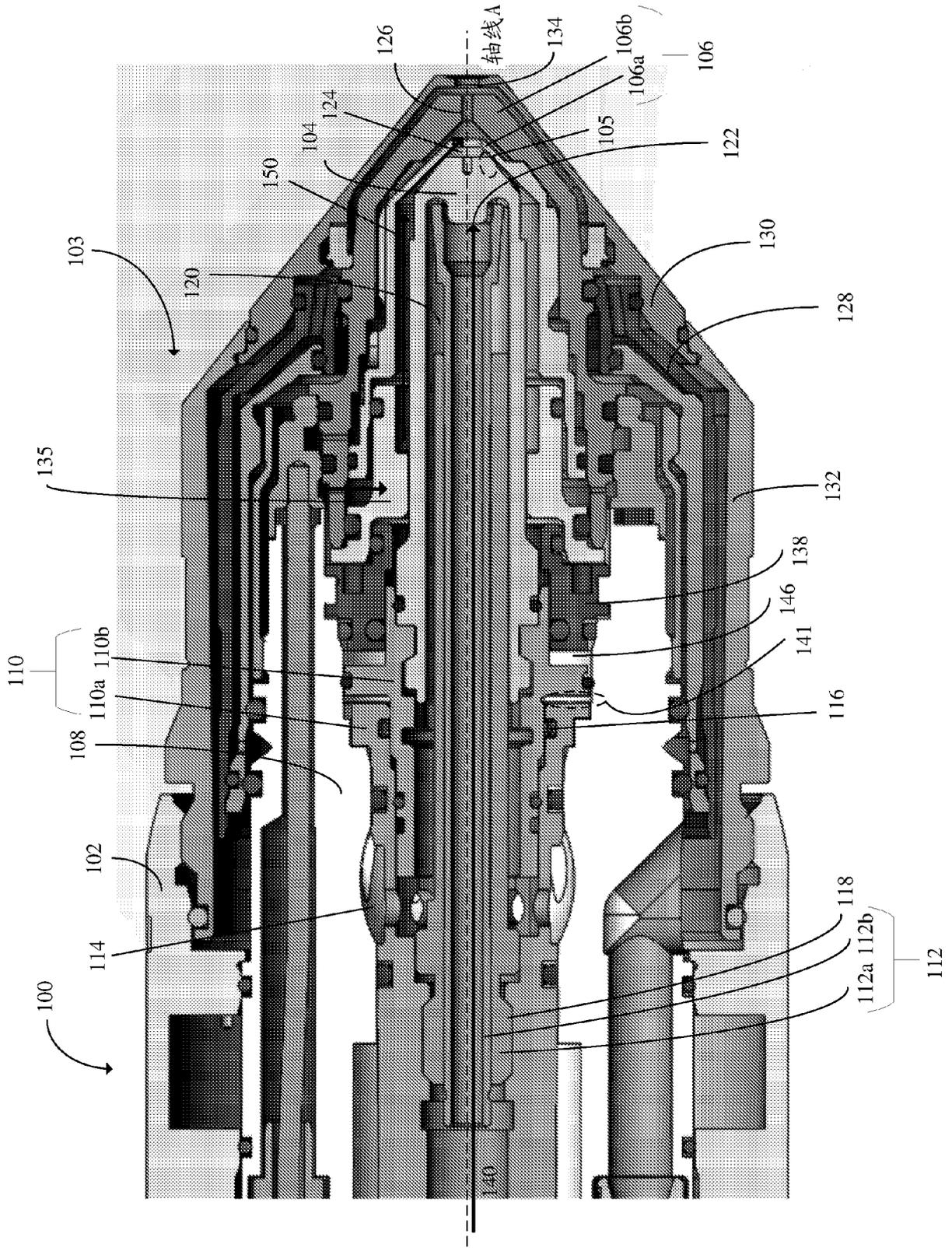


图 1

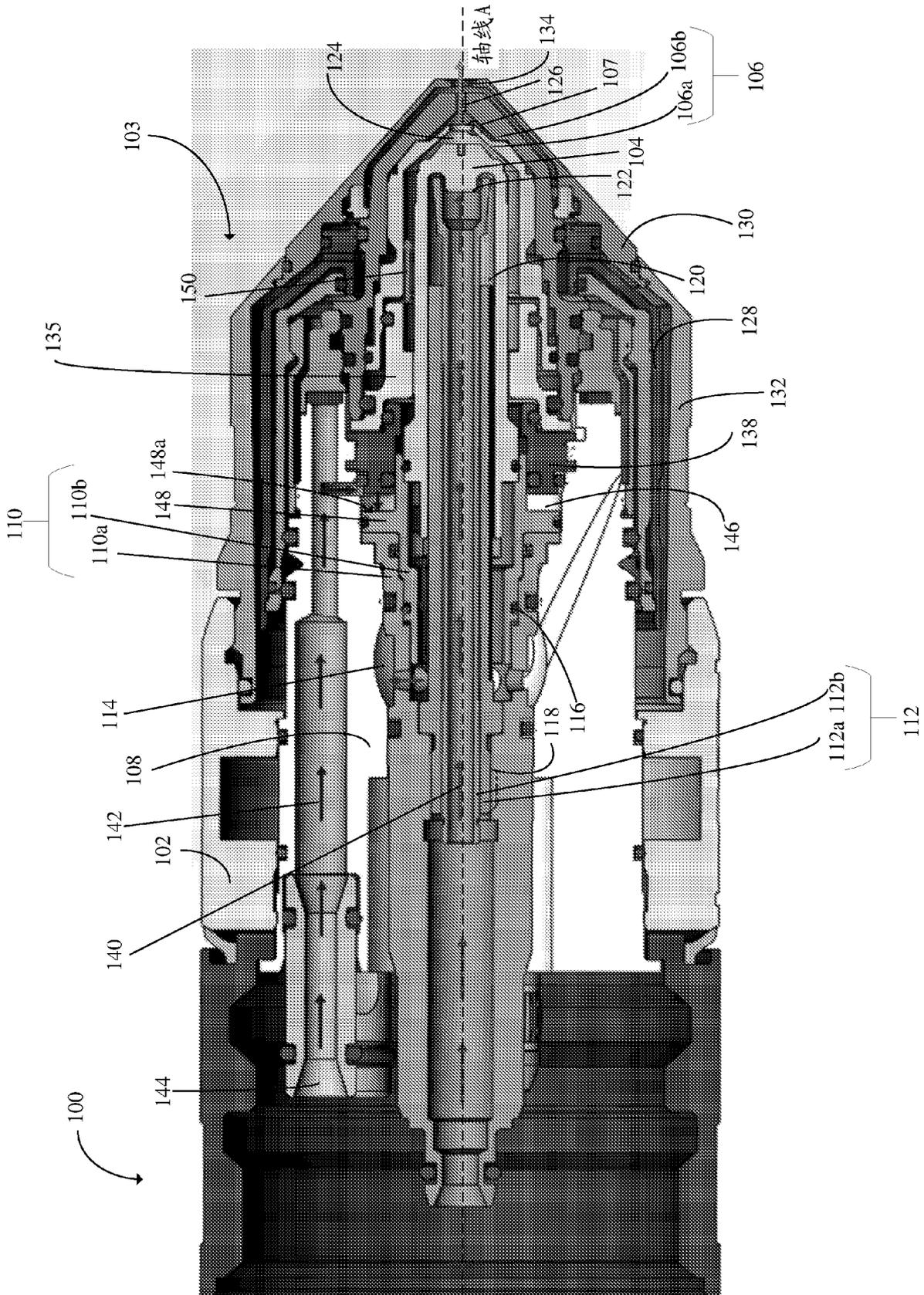


图 2

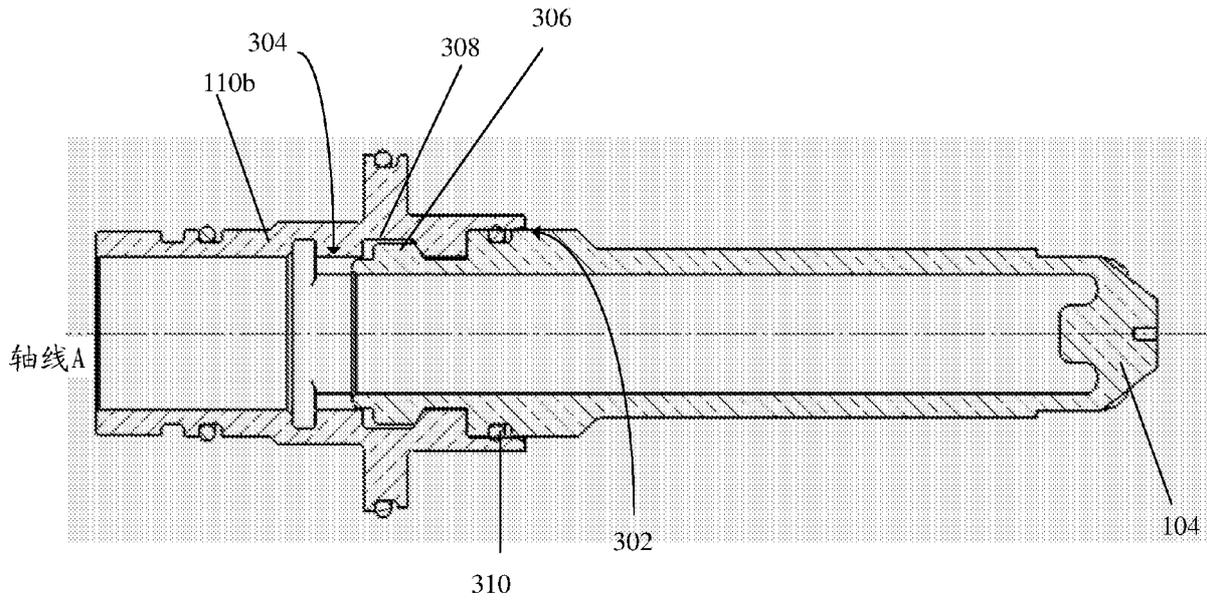


图 3

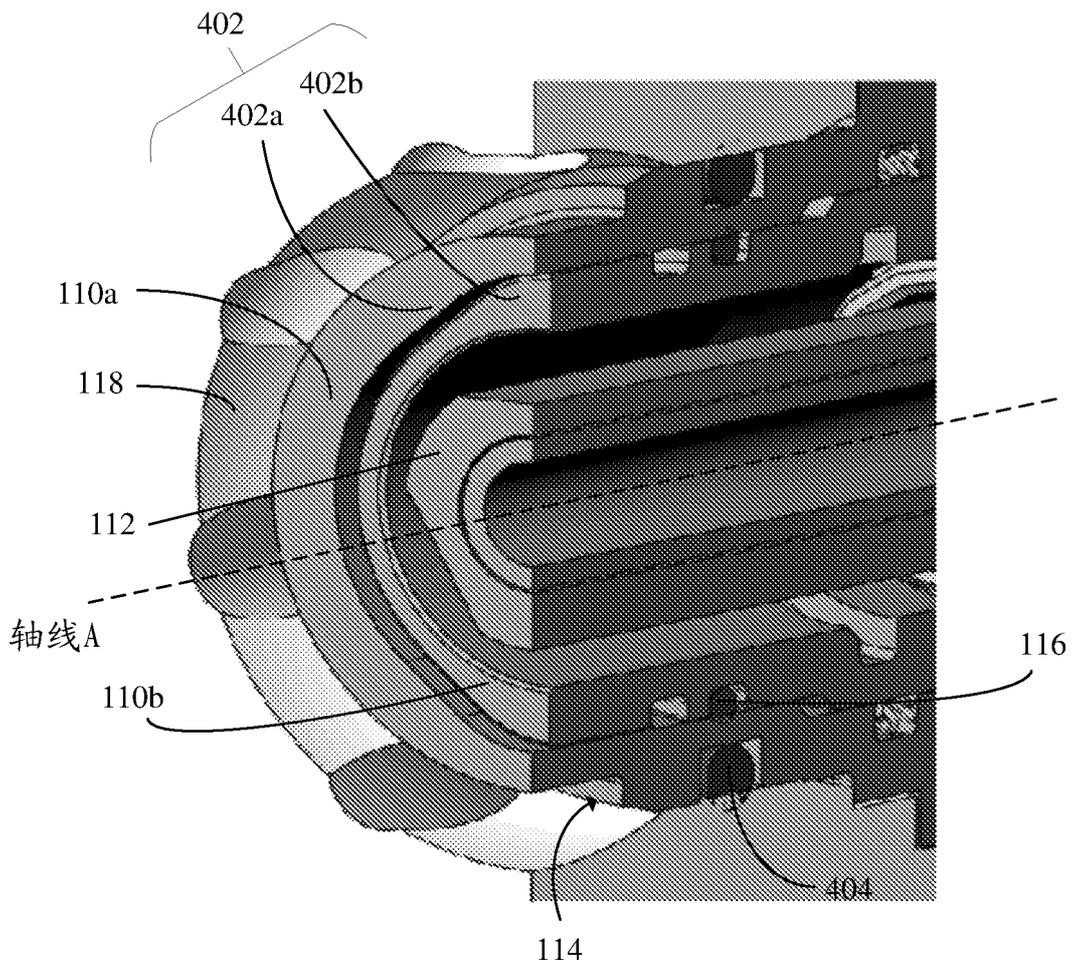


图 4

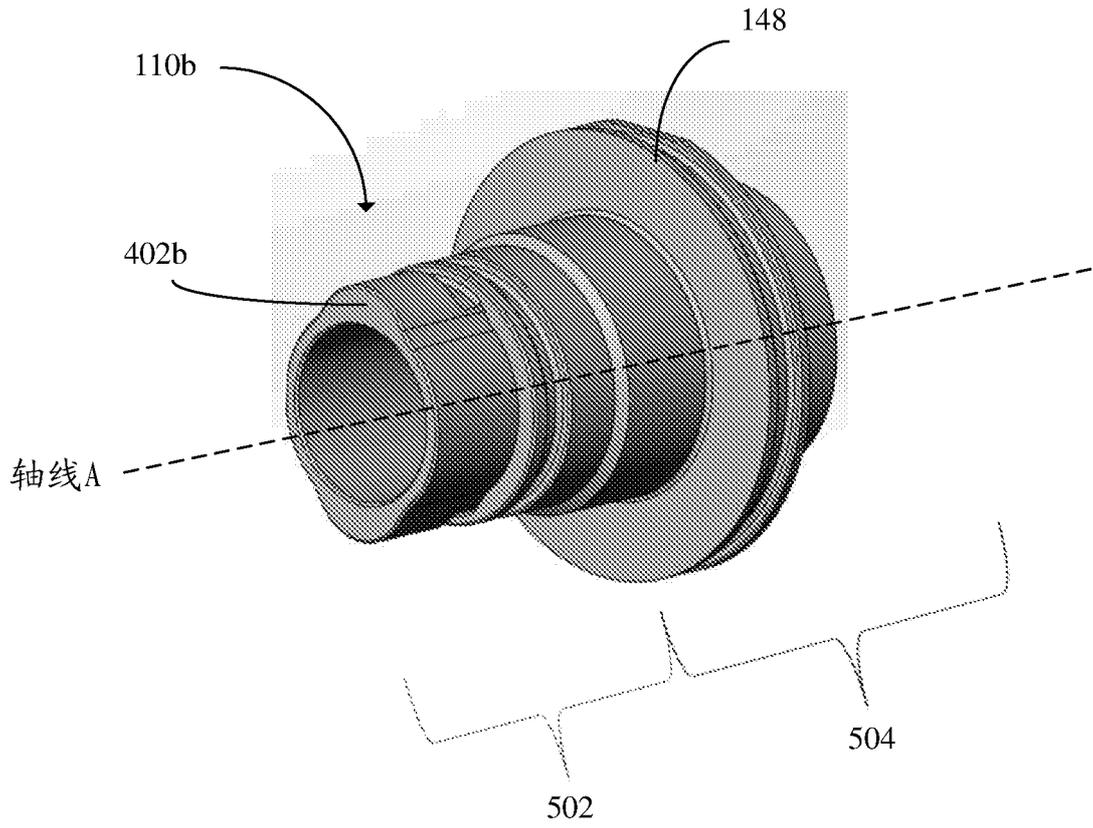


图 5

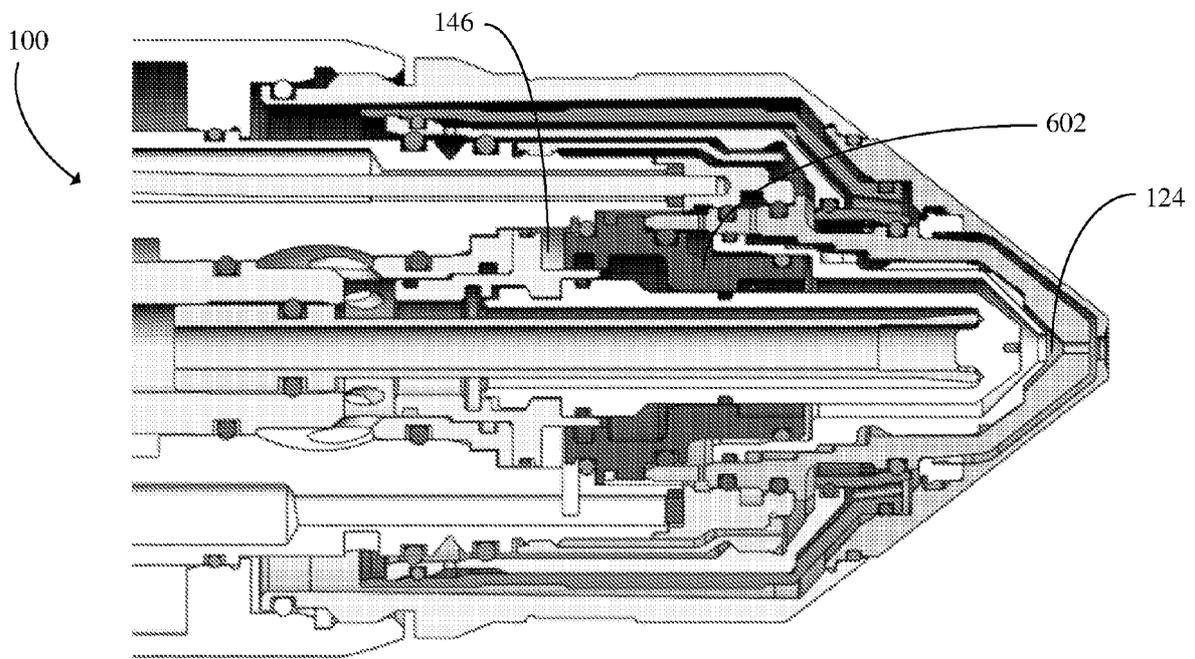


图 6

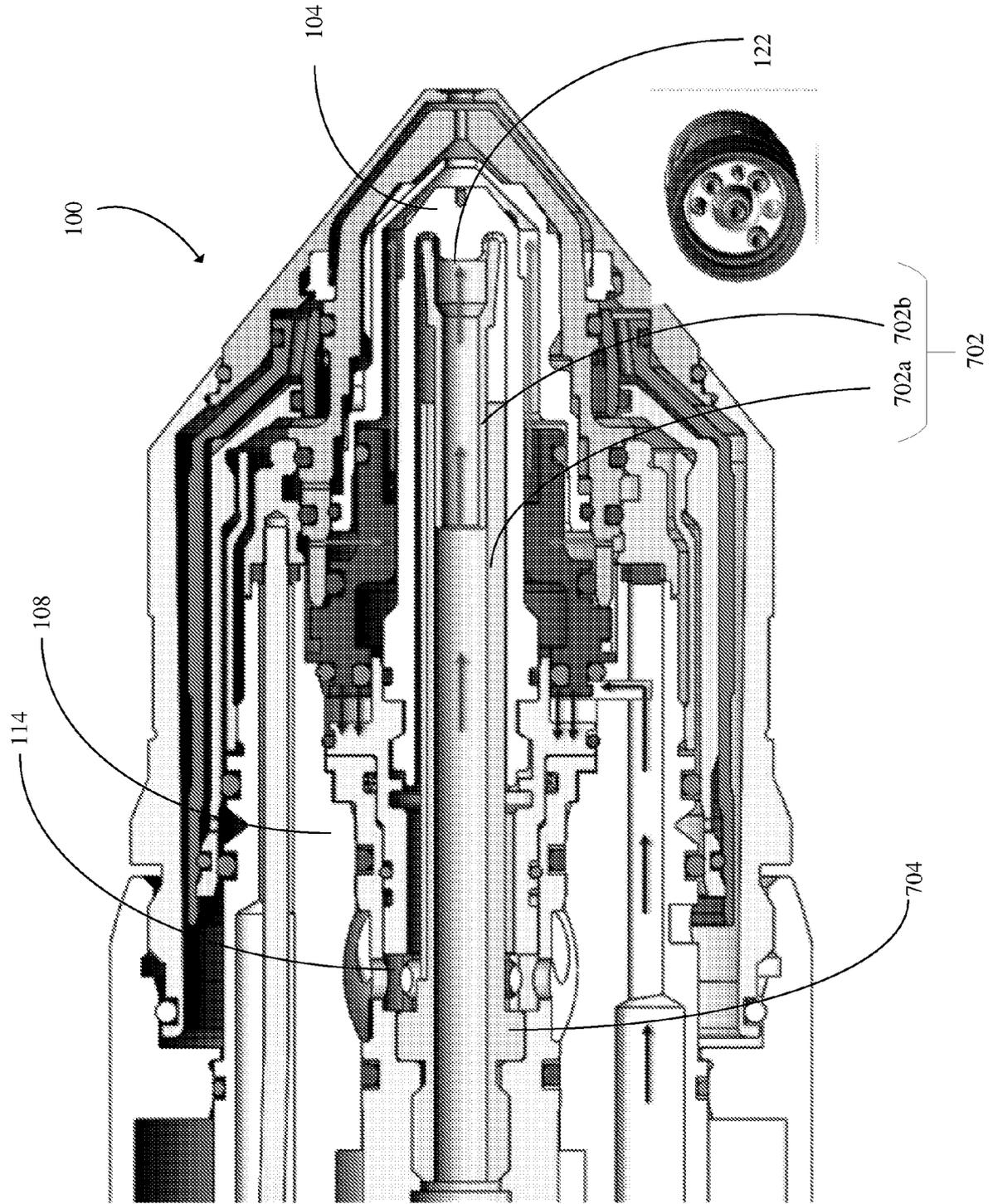


图 7



图 8

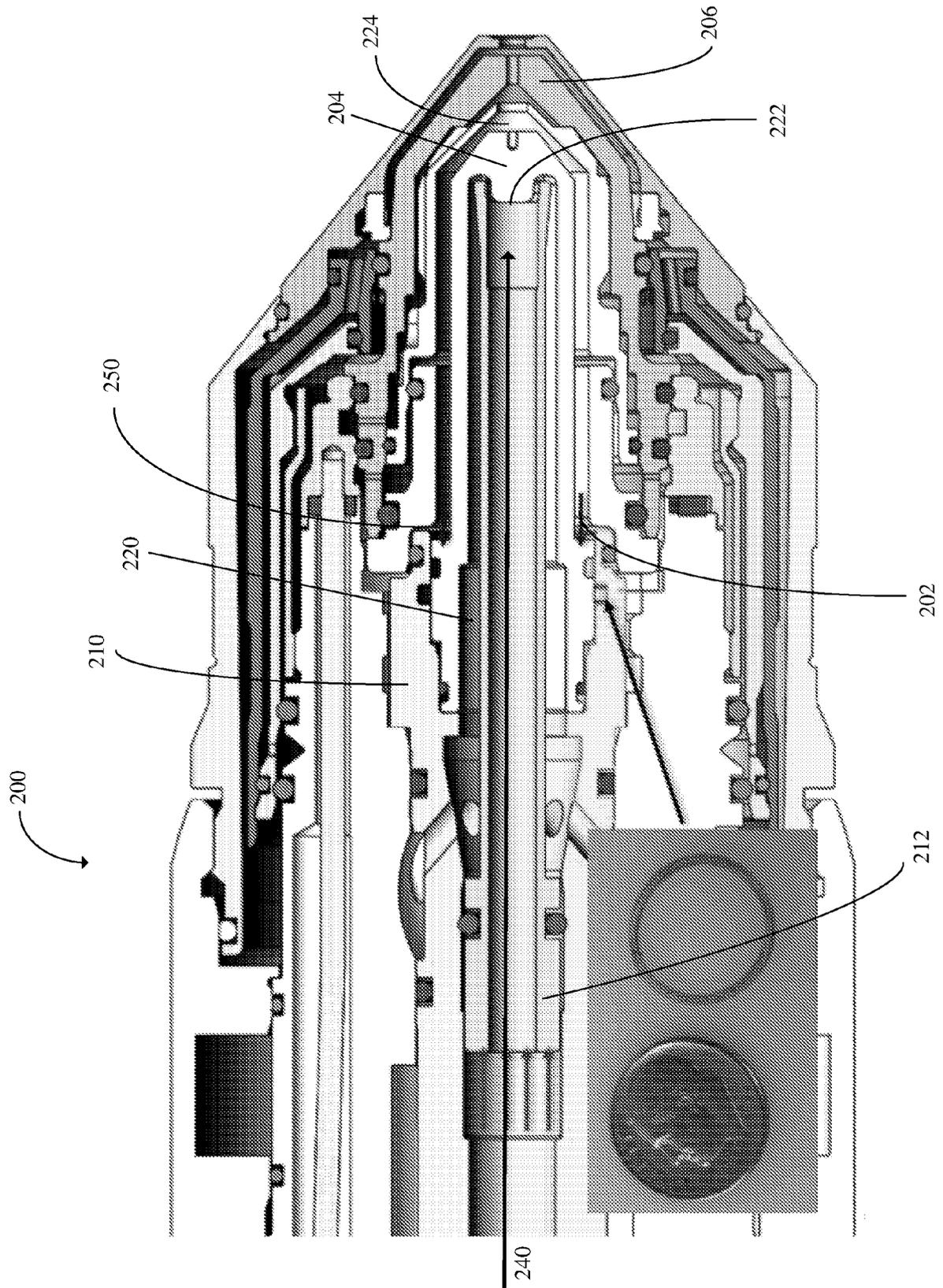


图 9

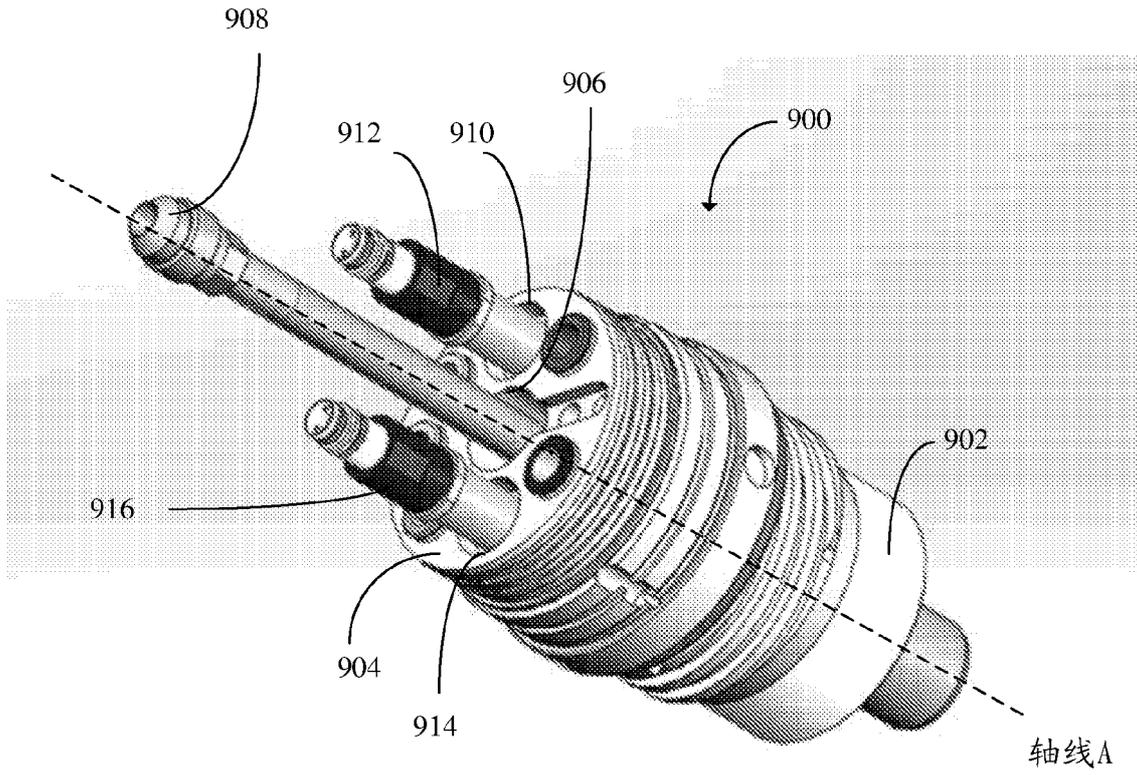


图 10

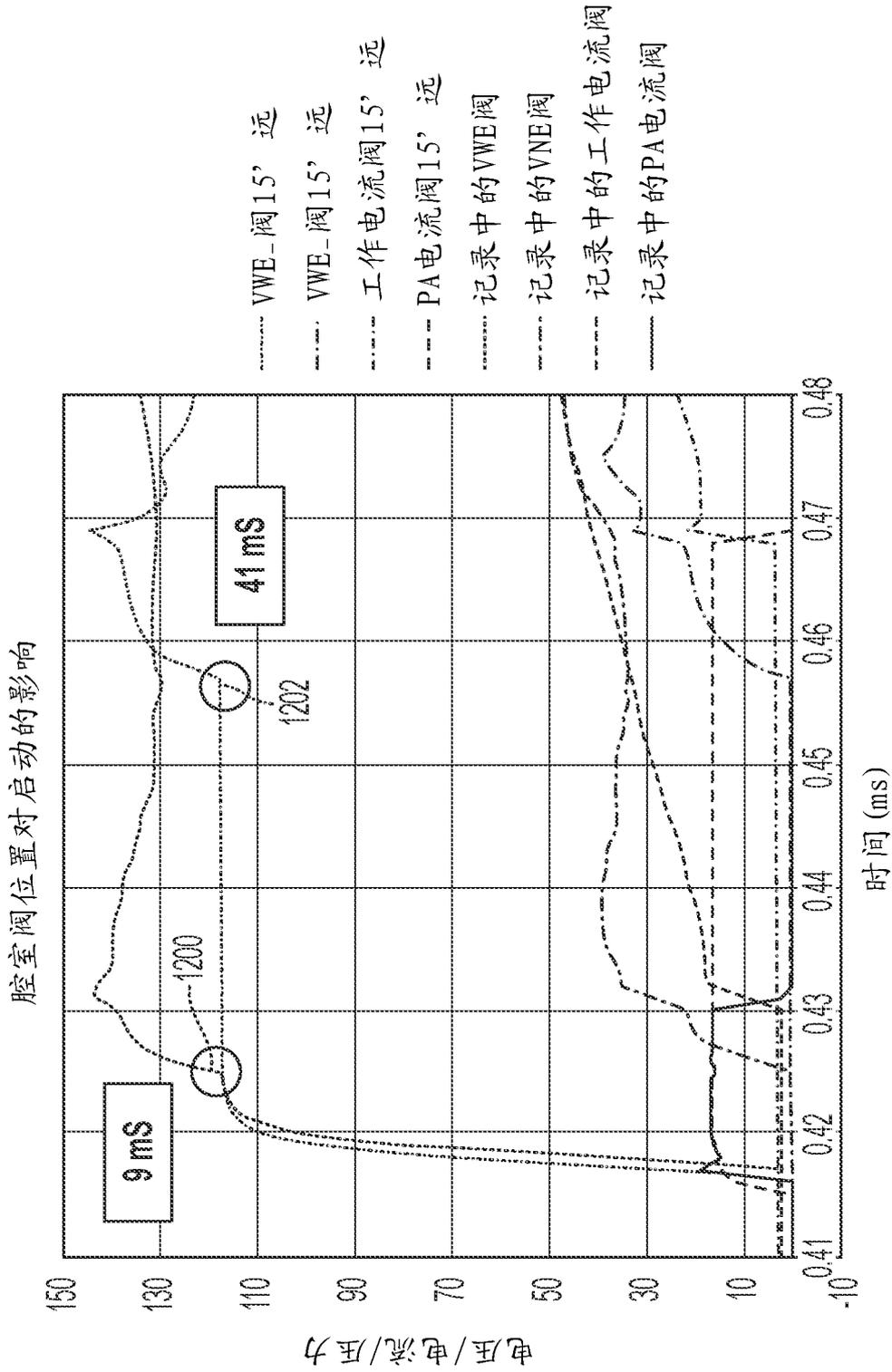


图 11

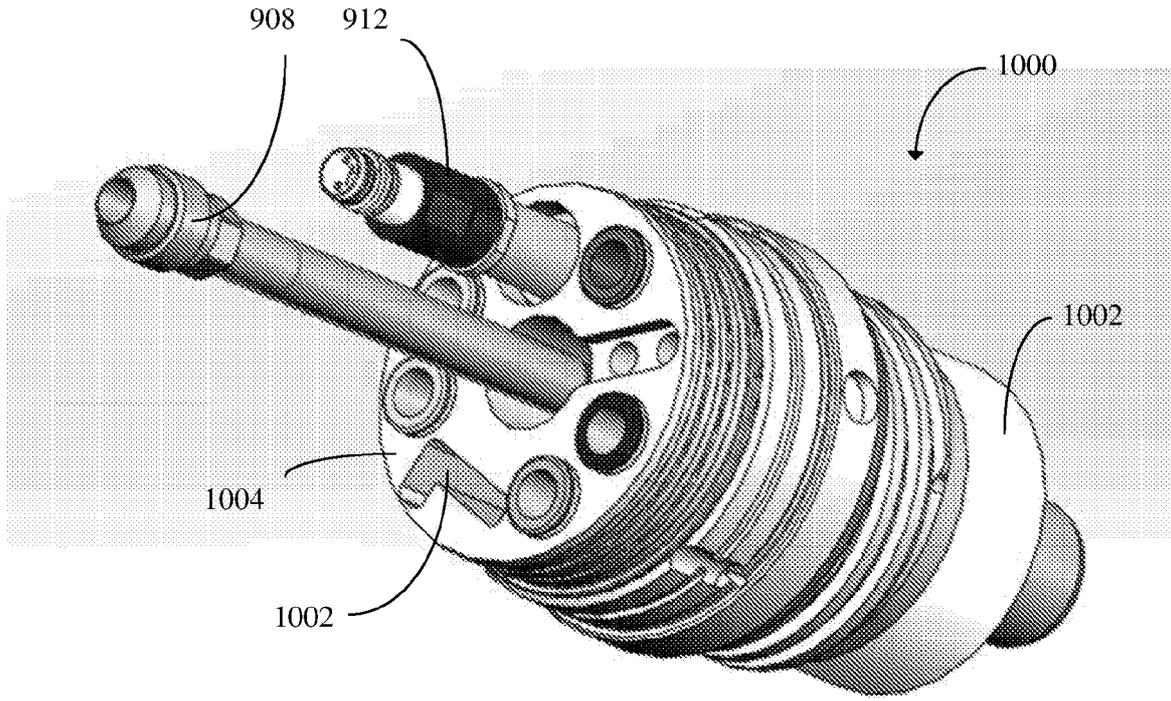


图 12

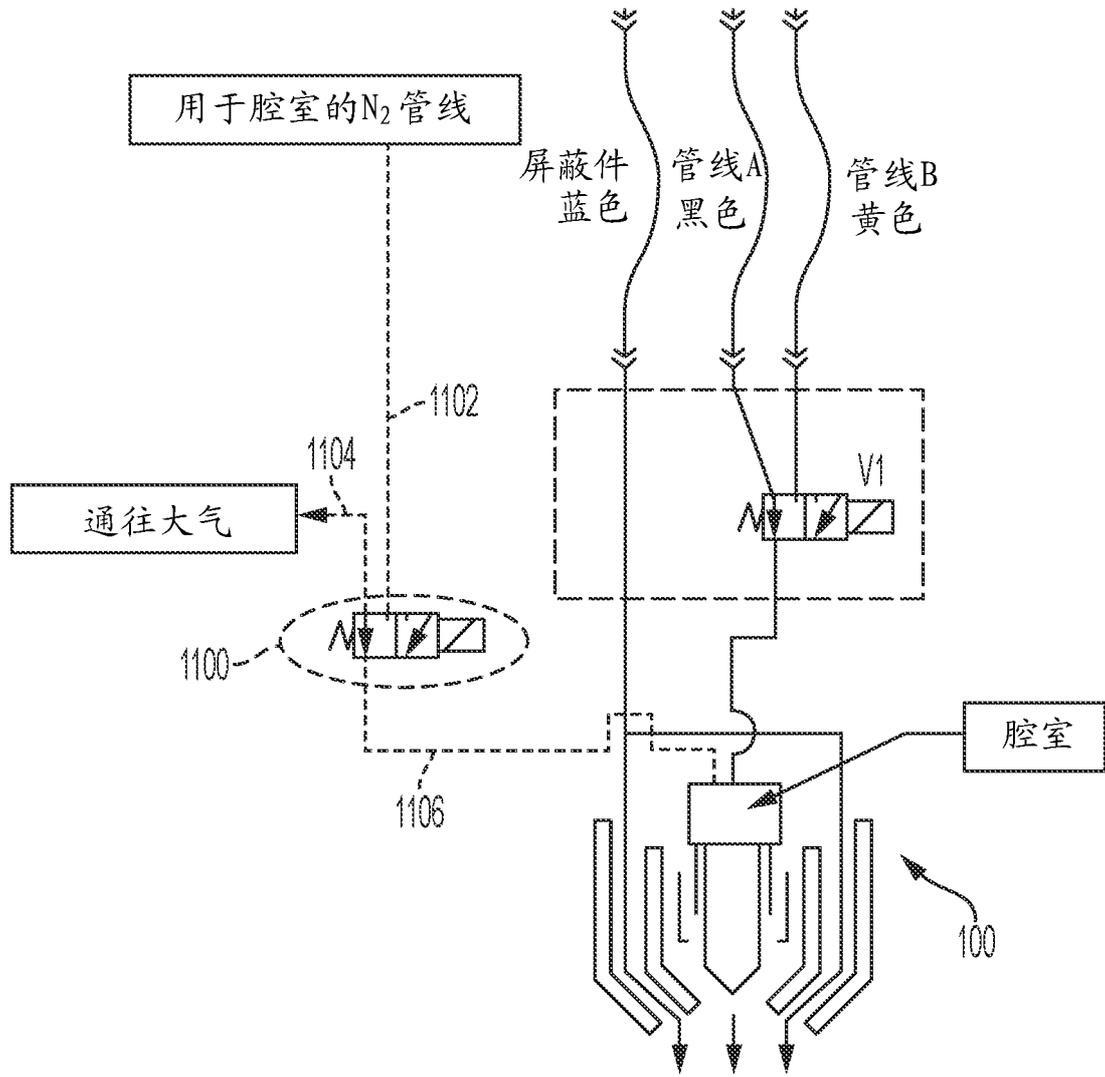


图 13

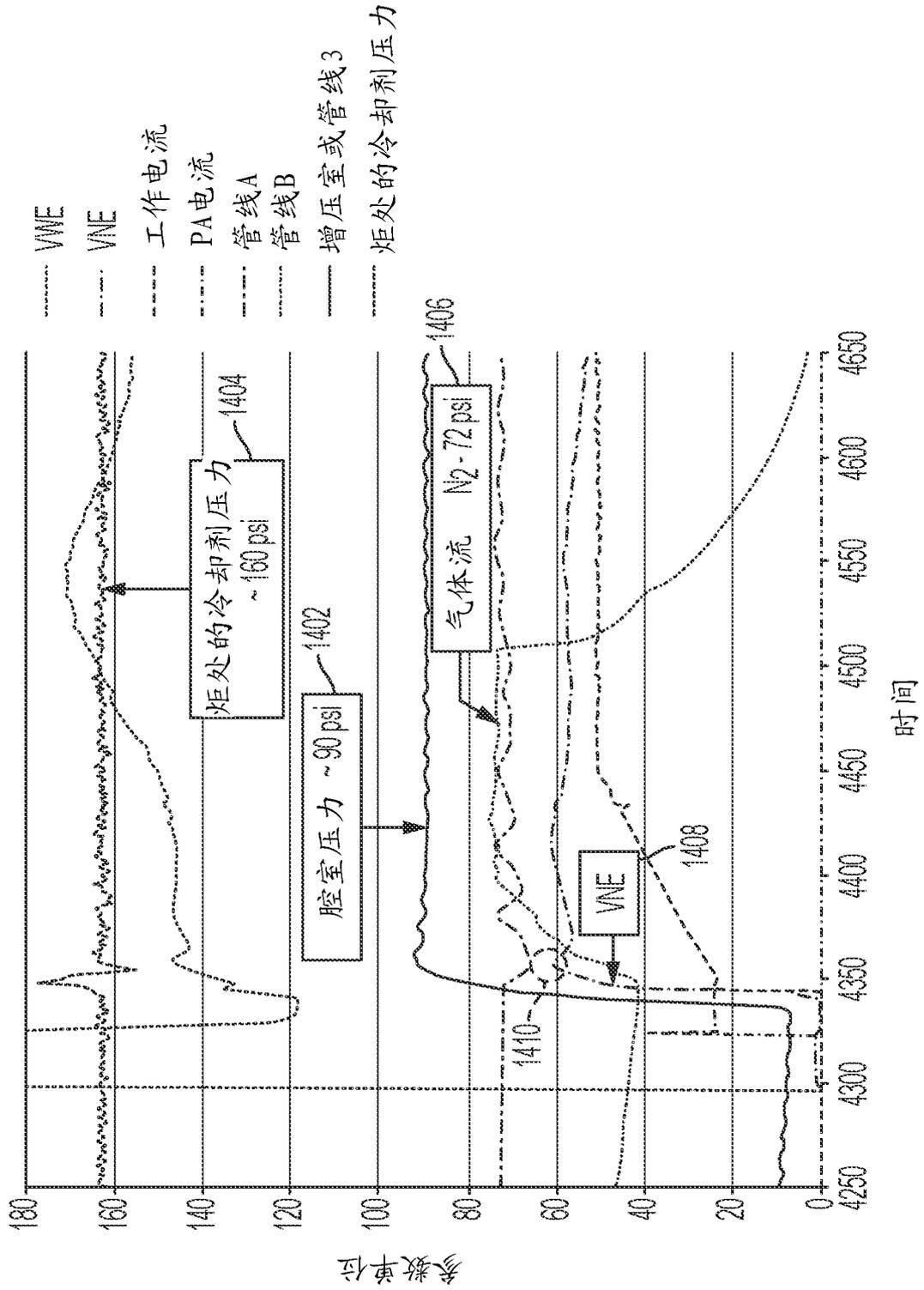


图 14

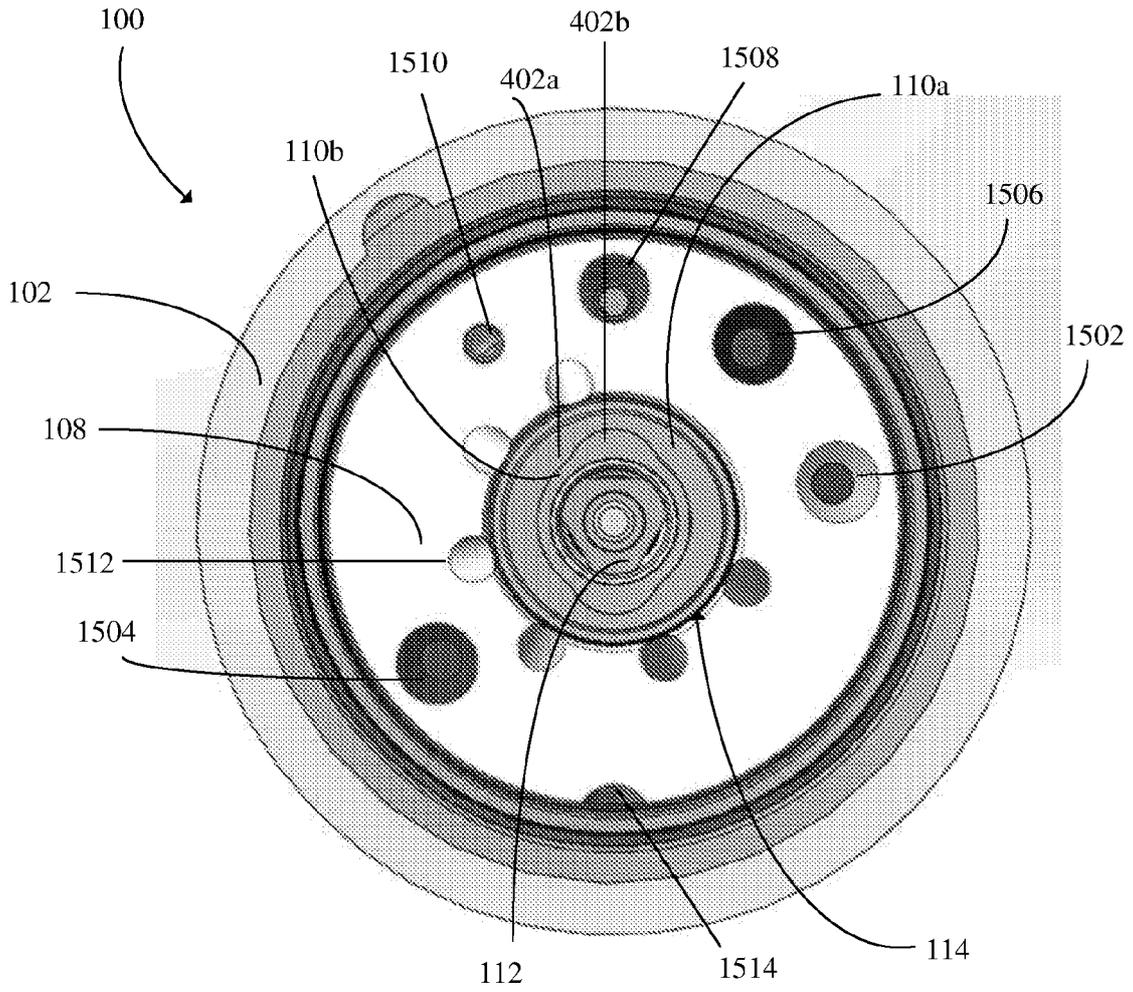


图 15