



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 104145321 B

(45) 授权公告日 2016. 07. 06

(21) 申请号 201280070365. 0

H01J 61/35(2006. 01)

(22) 申请日 2012. 02. 24

H01J 61/52(2006. 01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2014. 08. 21

(56) 对比文件

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/CA2012/000176 2012. 02. 24

CN 1926658 A, 2007. 03. 07,

CN 101371330 A, 2009. 02. 18,

(87) PCT国际申请的公布数据
W02013/142942 EN 2013. 10. 03

US 4027185 A, 1977. 05. 31,

US 6621199 B1, 2003. 09. 16,

(73) 专利权人 马特森技术有限公司
地址 美国加利福尼亚州

JP 平 2-216753 A, 1990. 08. 29,

JP 特开 2005-50705 A, 2005. 02. 24,

(72) 发明人 阿马尔·B·坎达尔
大卫·马尔科姆·卡姆
姆拉登·本布洛维奇
彼得·朗贝西斯

审查员 孙宁宁

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限
公司 11227

代理人 康建峰 陈炜

(51) Int. Cl.

H01J 61/10(2006. 01)

H01J 61/04(2006. 01)

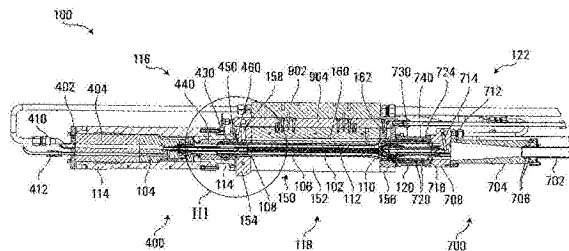
权利要求书3页 说明书15页 附图9页

(54) 发明名称

用于生成电磁辐射的设备和方法

(57) 摘要

用于生成电磁辐射的设备,包括:机壳、被配置成沿着机壳的内表面生成液体涡流的旋涡发生器、被配置成在其间生成等离子电弧的机壳内的第一电极和第二电极以及围绕与电极中的一个电极的电连接的至少一部分的关联的绝缘壳体。设备还包括被配置成阻挡由电弧发射的电磁辐射以防止该电磁辐射对绝缘壳体的所有内表面的冲击的屏蔽系统。设备还包括被配置成对屏蔽系统进行冷却的冷却系统。



1. 一种用于生成电磁辐射的设备,所述设备包括:
 - a)机壳;
 - b)旋涡发生器,所述旋涡发生器被配置成沿着所述机壳的内表面生成液体涡流;
 - c)所述机壳内的第一电极和第二电极,所述机壳内的所述第一电极和所述第二电极被配置成在所述第一电极和所述第二电极之间生成等离子电弧;
 - d)绝缘壳体,所述绝缘壳体围绕与所述电极中的一个电极的电连接的至少一部分;
 - e)屏蔽系统,所述屏蔽系统被配置成阻挡由所述电弧发射的电磁辐射,以防止所述电磁辐射对所述绝缘壳体的所有内表面的冲击;以及
 - f)冷却系统,所述冷却系统被配置成将所述屏蔽系统冷却。
2. 根据权利要求1所述的设备,其中,所述屏蔽系统包括绝缘屏蔽部件,所述绝缘屏蔽部件具有被配置成阻挡所述电磁辐射的不透明表面。
3. 根据权利要求2所述的设备,其中,所述绝缘屏蔽部件包括陶瓷屏蔽部件。
4. 根据权利要求2所述的设备,其中,所述旋涡发生器被配置成将所述绝缘屏蔽部件的所述不透明表面暴露于所述液体涡流。
5. 根据权利要求1所述的设备,其中,所述屏蔽系统包括所述机壳的、被配置成阻挡所述电磁辐射的不透明部分。
6. 根据权利要求5所述的设备,其中,所述机壳的所述不透明部分包括所述机壳在其内表面上具有不透明涂层的部分。
7. 根据权利要求5所述的设备,其中,所述机壳的所述不透明部分由不透明石英构成。
8. 根据权利要求5所述的设备,其中,所述旋涡发生器被配置成将所述机壳的所述不透明部分暴露于所述液体涡流。
9. 根据权利要求1所述的设备,其中,所述屏蔽系统包括导电屏蔽部件,所述导电屏蔽部件具有被配置成阻挡所述电磁辐射的不透明表面。
10. 根据权利要求9所述的设备,其中,所述冷却系统被配置成以传导方式冷却所述导电屏蔽部件。
11. 根据权利要求10所述的设备,其中,所述冷却系统包括与所述导电屏蔽部件传导接触的液冷导体。
12. 根据权利要求1所述的设备,其中,所述屏蔽系统还被配置成阻挡所述电磁辐射对环形密封圈的冲击。
13. 根据权利要求1所述的设备,还包括耐热环形密封圈,所述耐热环形密封圈被配置成将所述设备的至少一个部件抵靠所述机壳密封。
14. 根据权利要求1所述的设备,还包括:第二绝缘壳体和第二屏蔽系统,所述第二绝缘壳体围绕所述电极中的另一个电极的至少一部分,所述第二屏蔽系统被配置成阻挡由所述电弧发射的所述电磁辐射,以防止所述电磁辐射对所述第二绝缘壳体的所有内表面的冲击,其中,所述冷却系统被配置成将所述第二屏蔽系统冷却。
15. 根据权利要求1所述的设备,其中,所述屏蔽系统还包括光管道屏蔽部件,所述光管道屏蔽部件被配置成防止所述电磁辐射从所述机壳的环形内部体积区轴向泄露。
16. 根据权利要求15所述的设备,其中,所述光管道屏蔽部件包括邻接于所述机壳的远端的不透明衬垫。

17. 根据权利要求15所述的设备,其中,所述旋涡发生器被配置成将所述光管道屏蔽部件暴露于所述液体涡流。

18. 根据权利要求1所述的设备,还包括外部隔热罩,所述外部隔热罩被配置成对所述绝缘壳体的外表面的至少一部分进行热屏蔽,其中,所述冷却系统还被配置成将所述外部隔热罩冷却。

19. 一种用于生成电磁辐射的设备,所述设备包括:

- a) 用于沿着机壳的内表面生成液体涡流的装置;
- b) 用于在所述机壳内的第一电极和第二电极之间生成等离子电弧的装置;
- c) 屏蔽系统,所述屏蔽系统被配置成阻挡由所述电弧发射的电磁辐射以防止所述电磁辐射对绝缘壳体的所有内表面的冲击,所述绝缘壳体围绕与所述电极中的一个电极的电连接的至少一部分;以及
- d) 用于将用于阻挡的装置进行冷却的装置。

20. 一种生成电磁辐射的方法,所述方法包括:

- a) 沿着机壳的内表面生成液体涡流;
- b) 在所述机壳内的第一电极和第二电极之间生成等离子电弧;
- c) 用屏蔽系统阻挡由所述电弧发射的电磁辐射,以防止所述电磁辐射对绝缘壳体的所有内表面的冲击,所述绝缘壳体围绕与所述电极中的一个电极的电连接的至少一部分;以及
- d) 将所述屏蔽系统冷却。

21. 根据权利要求20所述的方法,其中,阻挡的步骤包括用所述屏蔽系统的绝缘屏蔽部件的不透明表面来阻挡所述电磁辐射。

22. 根据权利要求21所述的方法,其中,所述绝缘屏蔽部件包括陶瓷屏蔽部件。

23. 根据权利要求21所述的方法,其中,冷却的步骤包括将所述绝缘屏蔽部件的所述不透明表面暴露于所述液体涡流。

24. 根据权利要求20所述的方法,其中,阻挡的步骤包括用所述机壳的不透明部分来阻挡所述电磁辐射。

25. 根据权利要求24所述的方法,其中,所述机壳的所述不透明部分包括所述机壳在其内表面上具有不透明涂层的部分。

26. 根据权利要求24所述的方法,其中,所述机壳的所述不透明部分由不透明石英构成。

27. 根据权利要求24所述的方法,其中,冷却的步骤包括将所述机壳的所述不透明部分暴露于所述液体涡流。

28. 根据权利要求20所述的方法,其中,阻挡的步骤包括用所述屏蔽系统的导电屏蔽部件的不透明表面来阻挡所述电磁辐射。

29. 根据权利要求28所述的方法,其中,冷却的步骤包括以传导方式冷却所述导电屏蔽部件。

30. 根据权利要求29所述的方法,其中,以传导方式冷却的步骤包括在所述导电屏蔽部件与液冷导体之间传导热能。

31. 根据权利要求20所述的方法,其中,阻挡的步骤还包括阻挡所述电磁辐射对环形密

封圈的冲击。

32. 根据权利要求20所述的方法,还包括用耐热环形密封圈抵靠所述机壳密封至少一个部件。

33. 根据权利要求20所述的方法,还包括:用第二屏蔽系统阻挡由所述电弧发射的所述电磁辐射,以防止所述电磁辐射对第二绝缘壳体的所有内表面的冲击,所述第二绝缘壳体围绕所述电极中的另一个电极的至少一部分;以及将所述第二屏蔽系统冷却。

34. 根据权利要求20所述的方法,其中,阻挡的步骤还包括用所述屏蔽系统的光管道屏蔽部件来阻挡所述电磁辐射,以防止所述电磁辐射沿轴向从所述机壳的环形内部体积区泄露。

35. 根据权利要求34所述的方法,其中,所述光管道屏蔽部件包括邻接于所述机壳的远端的不透明衬垫。

36. 根据权利要求34所述的方法,其中,冷却的步骤包括将所述光管道屏蔽部件暴露于所述液体涡流。

37. 根据权利要求20所述的方法,还包括:用外部隔热罩对所述绝缘壳体的外表面的至少一部分进行热屏蔽;以及将所述外部隔热罩冷却。

用于生成电磁辐射的设备和方法

技术领域

[0001] 本发明涉及用于生成电磁辐射的设备和方法。更具体而言,各示意性实施方式涉及沿着电弧管或机壳的内表面具有液体涡流的弧光灯。

背景技术

[0002] 弧光灯被用来产生用于广泛的多种目的电磁辐射。典型的传统的直流(DC)弧光灯包括两个电极,即阴极和阳极,阴极和阳极被安装在通常称为电弧管的石英机壳内。机壳被填充有惰性气体,如氙气或氩气。电源被用于维持电极之间的连续等离子电弧。在等离子电弧内,等离子体被高电流经由粒子碰撞加热到高温,并且以与在电极之间流动的电流对应的强度发射电磁辐射。

[0003] 最大功效类型的弧光灯是所谓的“水壁”弧光灯,在“水壁”弧光灯中,液体(例如水)以切向速度循环经过电弧室,以形成沿着电弧室机壳的内表面流动的涡旋液壁(“水壁”)。涡旋液壁将电弧通过其放电的惰性气体柱的周边冷却。这种冷却效果制约了电弧直径并且为电弧提供正动态阻抗。涡旋液壁的高流速确保该冷却效果在电弧放电的整个长度上近似恒定,导致均匀的电弧条件以及电磁辐射在空间上的均匀发射。从涡旋液壁径向向内紧邻维持惰性气体的涡流,以使电弧稳定。涡旋液壁有效地从机壳的内表面除去热量,并且还吸收红外线,由此降低被机壳吸收的电磁辐射量。涡旋液壁还除去由电极蒸发或溅射的任何材料,以防止机壳变暗。认为授予Nodwell等人的、与本申请具有共同发明人的美国专利第4,027,185号首次公开了水壁弧光灯,上述专利通过引用合并入本文。授予Camm等人的美国专利第4,700,102号、授予Camm等人的美国专利第4,937,490号、授予Parfeniuk等人的美国专利第6,621,199号、授予Camm等人的美国专利第7,781,947号以及Camm等人的美国专利申请公开第2010/0276611号公开了对这种水壁弧光灯的进一步改进,上述专利与本申请具有共同的发明人并且与本申请属于相同的申请人,以上专利均通过引用合并入本文。

[0004] 由于以上提及的涡旋液壁的效果,这种水壁弧光灯能够具有比其他类型的弧光灯高得多的功率通量。例如,以上提及的授予Nodwell等人的美国专利第4,027,185号公开并且构想了在140千瓦上运行,并且随后由本申请的受让人制造的水壁弧光灯已经达到在高达500千瓦上连续运行,并且在高达6兆瓦上脉冲或闪光运行。与此相比,其他类型的弧光灯的功效通常低整整一个数量级,其连续输出通常限于几十千瓦。

[0005] 这种高功率水壁弧光灯的很多应用只需要在短时间段(如若干秒钟)内运行。例如,如被共同拥有的美国专利第6,941,063号所公开的那样,在对半导体晶片的闪光辅助快速热退火中,可以激发氩等离子水壁弧光灯连续地辐射半导体晶片不超过若干秒钟,以将晶片以介于250℃每秒与400℃每秒之间的变化速率以近乎等温方式从室温加热到范围在600℃与1250℃之间的某个中间温度。当达到该中间温度时,另一氩等离子水壁弧光灯被激发,以产生突然的高功率照射闪光,从而以超过每秒100,000℃的变化速率将设备的侧面加热到更高的退火温度,该照射闪光可以具有例如约1毫秒的持续时间。这样,在每个退火周期中,水壁弧光灯可以被激发的持续时间的范围从1毫秒到若干秒钟,在退火周期之间具有

长的冷却周期。

发明内容

[0006] 本发明人研究了在比先前通常的应用中涉及的水壁弧光灯更具挑战性的条件下达更长时间段的水壁弧光灯的连续运行。这种条件被认为是任何其他类型的弧光灯以前从未遇到过的,这是因为由于其他类型的弧光灯的功率输出明显较低,所以其不能造成这种条件。

[0007] 例如,本发明人研究了作为覆层工艺中使用的激光或焊接覆层头的可替代物的水壁弧光灯,由此将各种类型的涂层熔凝到金属结构上。该金属结构可以包括钢管道、钢管、钢板或钢条或者任何其他金属结构,这些金属结构的耐久性和寿命受到腐蚀或磨损的不利影响。涂层可以包括例如耐腐蚀的合金、耐磨损的合金、金属陶瓷、陶瓷或者金属粉末。涂层被沉积在金属结构上,然后弧光灯对涂层进行热处理,以使涂层冶金地结合到金属结构上。

[0008] 一些这种覆层应用(例如,如将耐腐蚀涂层结合到管的内表面上)提出了一定的挑战。对于这种工艺,可以给水壁弧光灯配备专用反射器来引导由矩形束中的电弧发射的基本上所有电磁辐射。然后,将水壁弧光灯插入管内,使射束指向下方,并且在将弧光灯沿着管的中心轴线逐渐向前移动时使该管相对于管的中心轴线旋转,由此沿着管的整个内表面扫描射束并且将涂层冶金地结合到管上。有利的是,通过使水壁弧光灯一次连续达若干个小时在100千瓦至500千瓦的功率级上运行,可以显著地增加产量,超出了传统的激光或焊接覆层工艺。

[0009] 然而,本发明人发现先前的水壁弧光灯设计可能在适合这种条件方面并不理想。早先的设计如以上提及的美国专利第4,027,185号、美国专利第4,700,102号以及美国专利第4,937,490号中公开的各示意性实施方式不具有围绕其导电电极组件的绝缘壳体,由于电压击穿的可能性而使得在导电电极组件中的一个导电电极组件与管之间非有意地形成电弧而不是在两个电极之间形成电弧,因而不适于插入小直径的金属管。后来的设计如在以上提及的美国专利第6,621,199号和美国专利第7,781,947号中公开的各示意性实施方式具有围绕其阴极组件的绝缘壳体,并且其阳极可以被接地或被维持在相对接近于接地的电势上,使得可以将这种灯插入接地的导电管中而没有电压击穿和非有意起弧的风险。然而,后来的这两个设计中的各示意性实施方式可以允许相对较小百分比的、来自电弧的电磁辐射在弧光灯内内部行进,并且冲击绝缘壳体的内表面。

[0010] 尽管对于涉及在高功率级上较短持续时间地运行或在低功率级上更长持续时间地运行的传统条件来说,入射到绝缘壳体的内表面上的电弧辐射不会有问题,但是对于在几百千瓦上较长持续时间的持续的连续运行可能产生新的问题。例如,如在美国专利第7,781,947号中公开的那样,围绕阴极组件的绝缘壳体可以由ULTEMTM塑料制成,ULTEMTM塑料是非晶热塑性聚醚酰亚胺(PEI)树脂,其具有良好的耐热性和介电特性而能够隔开高电压。然而,虽然ULTEMTM塑料具有惊人的耐热特性,但是对于某些覆层应用,当在几百千瓦的巨大的功率级上运行达更长持续时间,例如,在从几分钟到若干小时范围的连续运行时,持续暴露于即使很小百分比的、由电弧发射的电磁辐射最终也可能使塑料过热并且使暴露的表面熔化。而且,塑料倾向于对于由电弧发射的某些波长至少部分透明,其结果是在塑料内电弧辐射能够被吸收得更深而使塑料的内部变热并且熔化,并且还能穿过塑料并且辐射邻近的

金属部件,使得金属部件变得热到足以使邻近该金属的塑料的表面熔化。

[0011] 在某些覆层应用中涉及的环境条件可以加重这种过热问题。例如,如果弧光灯被插入8英寸直径的管的内,以将涂层冶金地结合到管的内表面上,则有限的空间和管内的间隙倾向于降低灯将热量耗散到灯的周围环境中的能力。而且,由于被加热的管可以发射红外辐射并且还可以通过环境空气以传导和对流的方式将灯加热,所以灯会被该灯的环境加热。

[0012] 本发明人发现,只将不透明的屏蔽(如陶瓷层)直接置于ULTEMTM塑料的内表面上本身不足以解决这些问题,因为该屏蔽倾向于被电弧辐射充分加热而使邻近的塑料表面熔化。本发明人还发现,只将ULTEMTM塑料替换成陶瓷绝缘壳体本身不是解决这些问题的可行方案。尽管陶瓷材料对于电弧辐射来说不透明,并且耐热性比ULTEMTM塑料高得多,但是对内部暴露的表面进行加热导致陶瓷材料中大的热梯度和应力,这倾向于使陶瓷材料产生裂纹,并且因为陶瓷材料的断裂韧性相对较低,所以这种裂纹对于陶瓷材料来说尤其有问题。陶瓷材料与ULTEMTM塑料的之间热膨胀差异可以在塑料中产生导致其破裂的应力。而且,陶瓷材料可能太脆而不能承受对于某些应用来说期望绝缘壳体耐受的机械应力。

[0013] 根据本公开内容的示意性实施方式,一种用于生成电磁辐射的设备包括:机壳、被配置成沿着机壳的内表面生成液体涡流的旋涡发生器、被配置成在其间生成等离子电弧的机壳内的第一电极和第二电极、以及围绕与电极中的一个电极的电连接的至少一部分的绝缘壳体。该设备还包括被配置成阻挡由电弧发射的电磁辐射以防止该电磁辐射对绝缘壳体的所有内表面的冲击的屏蔽系统。该设备还包括被配置成对屏蔽系统进行冷却的冷却系统。

[0014] 在这种实施方式中,屏蔽系统有利地防止了由电弧发射的电磁辐射对绝缘壳体的内表面的冲击,由此防止直接辐射使绝缘壳体过热并且熔化。同样地,该屏蔽系统还防止内部电弧辐射穿过绝缘壳体并且对弧光灯的其他邻近部件造成冲击,由此防止该其他邻近部件过热并且使绝缘壳体的邻近表面熔化。通过冷却该屏蔽系统,避免了使屏蔽系统过热,由此有利地防止了屏蔽系统的部件过热并且使绝缘壳体的邻近表面熔化。

[0015] 根据另一示意性实施方式,一种用于生成电磁辐射的设备包括:用于沿着机壳的内表面生成液体涡流的装置;以及用于在机壳内的第一电极和第二电极之间生成等离子电弧的装置。该设备还包括用于阻挡由电弧发射的电磁辐射以防止该电磁辐射对绝缘壳体的所有内表面的冲击的装置,该绝缘壳体围绕与该电极中的一个电极的电连接的至少一部分。该设备还包括用于将该用于阻挡的装置进行冷却的装置。

[0016] 根据另一示意性实施方式,生成电磁辐射的方法包括:沿着机壳的内表面生成液体涡流,以及在机壳内的第一电极和第二电极之间生成等离子电弧。该方法还包括:用屏蔽系统阻挡由电弧发射的电磁辐射以防止该电磁辐射对绝缘壳体的所有内表面的冲击,该绝缘壳体围绕与电极中的一个电极的电连接的至少一部分。该方法还包括冷却该屏蔽系统。

[0017] 阻挡可以包括用屏蔽系统的绝缘屏蔽部件的不透明表面来阻挡电磁辐射。该绝缘屏蔽部件可以包括陶瓷屏蔽部件。

[0018] 冷却可以包括将该绝缘屏蔽部件的不透明表面暴露于液体涡流。

[0019] 可替代地或者附加地,阻挡可以包括用机壳的不透明部分来阻挡电磁辐射。该机壳的不透明部分可以包括机壳的在其内表面上具有不透明涂层的部分。可替代地,该机壳

的不透明部分可以由不透明石英构成。冷却可以包括将该机壳的不透明部分暴露于液体涡流。

[0020] 可替代地或者附加地,阻挡可以包括用屏蔽系统的导电屏蔽部件的不透明表面来阻挡电磁辐射。冷却可以包括以传导方式对导电屏蔽部件进行冷却。以传导方式冷却可以包括在导电屏蔽部件与液冷导体之间传导热能。

[0021] 这样,在某些实施方式中,阻挡可以包括用屏蔽系统的绝缘屏蔽部件的不透明表面、机壳的不透明部分以及屏蔽系统的导电屏蔽部件的不透明表面来阻挡电磁辐射。

[0022] 阻挡还可以包括阻挡电磁辐射对环形密封圈的冲击。

[0023] 该方法还可以包括用耐热环形密封圈抵靠机壳密封至少一个部件。

[0024] 该方法还可以包括用第二屏蔽系统来阻挡由电弧发射的电磁辐射以防止该电磁辐射对第二绝缘壳体的所有内表面的冲击并且将第二屏蔽系统冷却,该第二绝缘壳体围绕电极中的另一个电极的至少一部分。

[0025] 阻挡可以包括用屏蔽系统的光管道屏蔽部件来阻挡电磁辐射以防止该电磁辐射从机壳的环形内部体积区沿轴向排出。该光管道屏蔽部件可以包括邻接于机壳的远端的不透明衬垫。冷却可以包括将该垫圈暴露于液体涡流。

[0026] 该方法还可以包括用外部隔热罩对绝缘壳体的外表面的至少一部分进行热屏蔽,并且将该外部隔热罩冷却。

[0027] 对于本领域普通技术人员来说,通过结合附图阅读在下文中对这些实施方式的描述,各示意性实施方式的其他方面和特征将变得明显。

附图说明

[0028] 在示出本公开内容的各实施方式的附图中,

[0029] 图1是根据第一实施方式的用于生成电磁辐射的设备的等距视图;

[0030] 图2是图1的设备的剖视图;

[0031] 图3是图1的设备的一部分的详细剖视图;

[0032] 图4图1的设备的阴极组件的分解等距视图;

[0033] 图5是图4中示出的阴极组件的分解剖视图;

[0034] 图6是图1的设备的机壳的片段剖视图;

[0035] 图7是图1的设备的阳极组件的分解等距视图;

[0036] 图8是图6中示出的阳极组件的分解剖视图;

[0037] 图9是图1的设备的阳极侧正视图;

[0038] 图10是图1的设备的阴极侧正视图;

[0039] 图11是根据第二实施方式的用于生成电磁辐射的设备的机壳的片段剖视图;以及

[0040] 图12是根据第三实施方式的用于生成电磁辐射的设备的等距视图。

具体实施方式

[0041] 参照图1、图2以及图3,在图2中示出了通常用100来标记的根据本公开内容的第一实施方式的用于生成电磁辐射的设备。在本实施方式中,设备100包括机壳102以及旋涡发生器104,旋涡发生器104被配置成沿着机壳102的内表面生成液体涡流106。在本实施方式

中,设备100还包括机壳102内的第一电极108和第二电极110,第一电极108和第二电极110被配置成在第一电极108和第二电极110之间生成等离子电弧112。

[0042] 在本实施方式中,设备100还包括:绝缘壳体114以及通常用116来标记的屏蔽系统,该绝缘壳体114围绕到电极中的一个电极(在本实施方式中是第一电极108)的电连接的至少一部分,屏蔽系统116被配置成阻挡由电弧112发射的电磁辐射,以防止该电磁辐射对绝缘壳体114的所有内表面的冲击。在本实施方式中,设备100还包括通常用118来标记的冷却系统,该冷却系统118被配置成对屏蔽系统116进行冷却。

[0043] 在本实施方式中,该设备还包括第二绝缘壳体120以及第二屏蔽系统122,该第二绝缘壳体120围绕电极中的另一个电极(在本实施方式中是第二电极110)的至少一部分,该第二屏蔽系统122被配置成阻挡由电弧发射的电磁辐射,以防止该电磁辐射对第二绝缘壳体的所有内表面的冲击。在本实施方式中,冷却系统118还被配置成对第二屏蔽系统122进行冷却。

[0044] 在下文中对第一屏蔽系统116和第二屏蔽系统122以及冷却系统118进行更详细的描述。

[0045] 通常,除了在下文中将更详细地描述的第一屏蔽系统116和第二屏蔽系统122以及冷却系统118的补充方面之外,设备100与以上提及的被共同拥有的美国专利第7,781,947号中描述的设备相似。因此,为了避免不必要的重复,在本公开内容中省略本实施方式的辅助特征的许多详情。阴极组件和阴极侧屏蔽系统

[0046] 参照图1、图2、图3、图4以及图5,在本实施方式中,设备100包括图4和图5中通常用400来标记的阴极组件。在本实施方式中,阴极组件400包括连接到阴极隔离衬套404的阴极供给板402,该阴极隔离衬套404又连接到旋涡发生器104,该旋涡发生器104又连接到在本实施方式中起到阴极的作用的第一电极108。

[0047] 在本实施方式中,阴极供给板402包括液体冷却剂入口410、液体冷却剂出口412以及惰性气体供给入口414。在本实施方式中,液体冷却剂入口410接收被加压供给的液体冷却剂,并且将该液体冷却剂供给到旋涡发生器104以及供给到第一电极108,在本实施方式中该液体冷却剂是去离子水。在本实施方式中,液体冷却剂出口412还将循环通过第一电极108的内部的液体冷却剂排出。在以上提及的被共同拥有的美国专利第7,781,947中更详细地描述了液体冷却剂通过第一电极108的循环,因此,在本文中省略了进一步的详情。最后,在本实施方式中,惰性气体供给入口414接收被加压供给的惰性气体并且将该被加压供给的惰性气体供给到旋涡发生器104,在本实施方式中,该被加压供给的惰性气体是氩气。

[0048] 在本实施方式中,旋涡发生器104接收被加压供给的液体冷却剂,然后,液体冷却剂被引导通过旋涡发生器内的多个内孔,旋涡发生器将被加压的液体排出到机壳102中。更具体而言,当液体受迫通过旋涡发生器中的孔时,该液体不但获取了相对于机壳102在径向上和在轴向上的速度分量,而且获取了与机壳102的内表面的圆周相切的速度分量。这样,当被加压的液体排出旋涡发生器104并且进入机壳102时,随着该液体朝着第二电极110在轴向上横贯机壳,该液体形成环绕机壳102的内表面的液体涡流106(也称为“水壁”)。类似地,在本实施方式中,旋涡发生器104还接收被加压供给的惰性气体,该惰性气体被引导通过旋涡发生器104内的多个孔,然后从液体涡流106略微径向向内地排放到机壳102中,使得排出的气体也不但具有径向上和轴向上的速度分量,而且还具有与水壁的内表面相切的速

度分量。这样,当被加压的气体被迫排出旋涡发生器104并且进入机壳102中时,该气体形成与液体涡流106径向向内紧邻的涡旋气流,该涡旋气流以与液体涡流106的旋转方向相同的方向上环绕。以上提及的被共同拥有的美国专利第7,781,947号中描述了生成液体涡流106的旋涡发生器104和旋涡发生器104中的孔的结构以及其中包含的气体涡流,因此,在本文中省略了进一步的详情。

[0049] 在本实施方式中,旋涡发生器104是电导体。更具体而言,在本实施方式中,旋涡发生器104由黄铜构成,并且形成与第一电极108的电连接的一部分,在本实施方式中第一电极108起到阴极的作用。更具体而言,在本实施方式中,与第一电极108的电连接包括图1中示出的绝缘的电母线420,该绝缘的电母线420通过图1和图4中示出的绝缘的总线连接器422连接到图4中示出的旋涡发生器104的电连接表面424,该总线连接器422延伸穿过绝缘壳体114。在本实施方式中,该绝缘的总线连接器422具有指向设备100的阳极侧的连接端口,这有利于具有最小径向向外突出部的紧凑的电连接。这样,绝缘的电母线420、绝缘的总线连接器422以及旋涡发生器104都形成与阴极的电连接的一部分。

[0050] 因此,在操作期间,旋涡发生器104与第一电极108处于相同的电势。在本实施方式中,绝缘的电母线420的另一端用电缆(未示出)连接至用于设备100的电源(未示出)的负电压端子,由此将第一电极108和旋涡发生器104连接到该电源的负端子。该电源可以包括与以上提及的美国专利第7,781,947号中公开的电源相似的电源,例如,不是本实施方式的连续操作所需要的可省略部件,例如,如用于闪光灯操作的专用电容器组。可替代地,可以用其他合适的电源来取代。这样,在本实施方式中,旋涡发生器104处于与电源的负端子和阴极相同的电压,在本实施方式中该电压可以包括相对于地与在启动时约-30千伏一样高的电压以及在运行时高达-300伏特的电压。

[0051] 在本实施方式中,阴极隔离衬套404起到旋涡发生器104与阴极供给板402之间的高电压绝缘体的作用,以防止旋涡发生器104与阴极供给板402之间的电压击穿和非有意起弧。更具体而言,在本实施方式中,阴极隔离衬套404由热塑性塑料构成,在本实施方式中该热塑性塑料是白色DELRIN™聚甲醛(POM)。

[0052] 同样地,因为旋涡发生器104形成与第一电极108的电连接的一部分,所以在本实施方式中,绝缘壳体114围绕旋涡发生器104,由此起到绝缘壳体的作用,以防止旋涡发生器104与设备100附近的任何导电物体之间的非有意电压击穿或者起弧。在本实施方式中,绝缘壳体114甚至围绕整个旋涡发生器104以及第一电极108的大部分。绝缘壳体114与机壳102在轴向上交叠到使绝缘壳体114不围绕第一电极108的轴向最内侧的尖端的程度,以使得该第一电极108的最内的部分被机壳102围绕。这样,旋涡发生器104和第一电极108的整个高电压子组件被机壳102和绝缘壳体114的交叠组合围绕。在本实施方式中,机壳102由石英构成,在下文中将对此进行更详细的讨论。同样在本实施方式中,绝缘壳体114由非晶热塑性聚醚酰亚胺(PEI)树脂构成,即由SABIC制造(原先由通用电气塑料业务部(General Electric Plastics Division)制造)的ULTEM™塑料。

[0053] 如图2、图3以及图5所示,在本实施方式中,绝缘壳体114由两段分离的ULTEM™(即在轴向上最外侧的段114a和在轴向上最内侧的段114b)制成,段114a和段114b被粘合并且栓接在一起。当组装后,旋涡发生器104被绝缘壳体114的在轴向上最外侧的段114a完全围绕,并且旋涡发生器104在轴向上面朝内的表面用环形密封圈408靠着绝缘壳体114在轴向

上最内侧的段114b在轴向上面朝外的表面密封,在本实施方式中该环形密封圈408由硅酮构成。

[0054] 参照图3至图5,在本实施方式中,绝缘壳体114还包括用于接收被加压的绝缘气体的绝缘气体供给入口430,在本实施方式中该绝缘气体是氮气。被加压的氮气填充图3中示出的薄的间隙432,间隙432被限定在两段式绝缘壳体114在轴向上最内侧的段在径向上面朝内的表面与在下文中将讨论的绝缘屏蔽部件440在径向上面朝外的表面之间。薄的间隙432被两个环形密封圈442和444密封,在本实施方式中,这两个环形密封圈442和444由硅酮构成。被加压的氮气间隙增加有效高电压爬电距离,由此增强绝缘壳体114将第一电极108的高电压隔开的能力并且防止第一电极与不是第二电极110的导电物体(明显的是,该导电物体包括在下文中将讨论的屏蔽系统的铜导电屏蔽部件,但是更一般地包括电极附近的任何其他导电物体,无论是在设备100的内部还是在设备100的外部)之间的非有意电压击穿或者起弧。

[0055] 参照图2、图3、图4、图5以及图6,在本实施方式中,阴极组件400包括屏蔽系统116的各种部件。在本实施方式中,屏蔽系统116包括绝缘屏蔽部件440,在本实施方式中绝缘屏蔽部件440具有被配置成阻挡由等离子电弧112发射的电磁辐射的不透明表面。更具体而言,在本实施方式中,绝缘屏蔽部件440是由不透明陶瓷材料构成的陶瓷屏蔽部件,由此绝缘屏蔽部件440的所有表面都是不透明的。更具体而言,在本实施方式中,该绝缘屏蔽部件440由Corning制造的MACOR™可机械加工的玻璃陶瓷构成。

[0056] 同样在本实施方式中,屏蔽系统116包括导电屏蔽部件450,在本实施方式中该导电屏蔽部件450也具有被配置成阻挡由等离子电弧112发射的电磁辐射的不透明表面。更具体而言,在本实施方式中,该导电屏蔽部件450由机械加工的铜构成,因此,导电屏蔽部件450所有的表面都是不透明的。

[0057] 参照图2、图3以及图6,在本实施方式中,屏蔽系统116包括被配置成阻挡由等离子电弧112发射的电磁辐射的机壳102的不透明部分460。更具体而言,在本实施方式中,机壳102的不透明部分460包括机壳在其内表面上具有不透明涂层462的部分。更具体而言,在本实施方式中,机壳102由Heraeus制造的HSQ 300级电熔凝石英构成,并且该不透明涂层462是HRC™ Heraeus反射涂层,HRC™ Heraeus反射涂层由纯硅材料构成,该纯硅材料具有多开孔微观结构,该多开孔微观结构提供从紫外到红外的宽光谱范围上的漫(近似朗伯面)反射,该HRC™ Heraeus反射涂层具有高的热稳定性。在本实施方式中,该不透明涂层462被涂布在阴极侧的机壳102在轴向上最外的70mm的内表面上。在本实施方式中,机壳102在阴极侧处具有约2.5mm的厚度,并且不透明涂层具有约0.5mm至1mm的厚度。

[0058] 这样,如图3所示,屏蔽系统116,或者更具体而言,绝缘屏蔽部件440的不透明表面、机壳102的不透明部分460以及导电屏蔽部件450的不透明表面阻挡由电弧112发射的电磁辐射对绝缘壳体114的所有内表面的冲击。

[0059] 参照图3、图5以及图6,在本实施方式中,屏蔽系统116进一步被配置成阻挡由电弧发射的电磁辐射对环形密封圈的冲击。就此而言,在本实施方式中,阴极组件400还包括被配置成将设备100的至少一个部件靠着机壳102进行密封的耐热环形密封圈470。更具体而言,在本实施方式中,该耐热环形密封圈470靠着屏蔽系统116的绝缘屏蔽部件440的内表面将机壳102的不透明部分460的外表面密封。在本实施方式中,耐热环形密封圈470是由

DuPont制造的KALREZ™全氟弹性体环形密封圈,并且具有比阴极组件400中其他地方使用的硅酮环形密封圈408、442和444更高的耐热性。在本实施方式中,机壳102的不透明部分460,或者更具体而言不透明涂层462,阻挡由等离子电弧112发射的电磁辐射对耐热环形密封圈470的冲击。

[0060] 有利的是,因为不透明涂层462被涂布在机壳102的内表面而不是外表面上,所以不透明涂层462不干扰耐热环形密封圈470在机壳102与绝缘屏蔽部件440之间进行密封的能力。

[0061] 还是在本实施方式中,如图3和图6所示,屏蔽系统116还包括光管道屏蔽部件480,光管道屏蔽部件480被配置成防止电磁辐射从机壳的环形内部体积区沿轴向泄露出。在本实施方式中,光管道屏蔽部件包括不透明垫圈。更具体而言,在本实施方式中,该不透明垫圈包括介于机壳102在轴向上面朝外的阴极侧端与绝缘屏蔽部件440在轴向上面朝内的抵靠件之间的白色反射性Teflon™衬垫。可替代地,该光管道屏蔽部件480可以被省略。

[0062] 在本实施方式中,如在对阳极组件和阳极侧屏蔽系统的总结之后在下文中更详细地讨论的那样,屏蔽系统116的上述部件,即,绝缘屏蔽部件440的不透明表面、机壳102的不透明部分460,导电屏蔽部件450的不透明表面以及光管道屏蔽部件480有利地被冷却系统118冷却。

[0063] 阳极组件和阳极侧屏蔽系统

[0064] 参照图2、图7以及图8,除了将设备100的阴极侧的绝缘壳体114屏蔽于电弧辐射之外,在本实施方式中,在设备100的阳极侧提供了类似的屏蔽。这样,如同在本文中早先提及的那样,在本实施方式中,设备100还包括围绕电极中的另一个电极的至少一部分的第二绝缘壳体120,在本实施方式中,该另一个电极是被配置成起到阳极的作用的第二电极110。在本实施方式中,设备100还包括第二屏蔽系统122,第二屏蔽系统122被配置成阻挡由电弧发射的电磁辐射,以防止该电磁辐射对第二绝缘壳体120的所有内表面的冲击。同样在本实施方式中,冷却系统118被配置成对第二屏蔽系统122进行冷却。

[0065] 参照图2、图7以及图8,在本实施方式中,设备100的阳极组件通常用700来标记。在本实施方式中,阳极组件700包括通过其将液体涡流106和惰性气体的涡流从设备100排出的液体和气体排出管702和排出室704。在本实施方式中,液体和气体排出管702由不锈钢构成,并且排出室704是由高性能塑料构成的绝缘壳体,在本实施方式中该高性能塑料是ULTEM™塑料。在本实施方式中,液体和气体排出管702的轴向最内侧端通过图8中示出的两个环形密封圈706被插入并且靠着排出室704的轴向最外侧端密封,在本实施方式中该两个环形密封圈706是三元乙丙橡胶(EPDM)环形密封圈。

[0066] 参照图1、图2、图7以及图8,在本实施方式中,阳极组件700还包括附接到第二电极110并且与第二电极110电连通的电极壳体708。在本实施方式中,该电极壳体708是由黄铜构成的导电壳体,并且包括电连接表面710。在本实施方式中,绝缘的电母线(未示出但是与图1中示出的母线420类似)通过绝缘的总线连接器(未示出但是与图1中示出的连接器422类似,并且该绝缘的总线连接器也具有指向设备100的阳极侧的连接端口,以有利于最小径向突出部的紧凑的电连接)连接到电连接表面710。绝缘的电母线的另一端用电缆(未示出)连接到用于设备100的电源(未示出)的正电压端。因此,在操作期间,电极壳体708处于与第二电极110相同的电势,并且电极壳体708和第二电极110二者均连接到电源的正端。在本实

施方式中,该正端电压的范围可以高达+300伏特。因为在本实施方式中电极壳体708是暴露的,所以设备100在结构上被配置成维持电极壳体与接地的柱形管之间超过若干毫米的最小分隔间隙(设备100可插入该最小分隔间隙中),使得该间隙中的环境空气足以抵抗电极壳体与管这两个结构之间适度的电势差而使电极壳体与管绝缘。可替代地,如在以上提及的美国专利第7,781,947号中公开的那样,可以将正端电压接地。

[0067] 在本实施方式中,电极壳体708还包括图7中示出的从冷却系统118接收液体冷却剂的液体冷却剂入口712。该液体冷却剂通过图8中示出的冷却通道714被导入第二电极110中,该冷却通道714将液体冷却剂导入阳极以将阳极冷却。液体冷却剂循环通过第二电极110,然后排出第二电极110进入排出室704和排出管702,液体冷却剂通过排出室704和排出管702与排出机壳102的液体和气体一起排出设备100。在以上提及的被共同拥有的美国专利第7,781,947号中描述了冷却剂通过第二电极的循环,因此,在本文中省略进一步的详情。

[0068] 参照图2、图7以及图8,在本实施方式中,电极壳体708连接到第二绝缘壳体120,环形密封圈将电极壳体708与第二绝缘壳体120之间的连接密封。在本实施方式中,该环形密封圈716是硅酮环形密封圈。

[0069] 在本实施方式中,设备100包括被配置成将设备100的至少一个部件靠着机壳密封的耐热环形密封圈。更具体而言,在本实施方式中,第二绝缘壳体120包括两个耐热环形密封圈720,在本实施方式中,该耐热环形密封圈720是用于靠着机壳102的外表面将第二绝缘壳体120的内表面密封的、由DuPont制造的KALREZ™全氟弹性体环形密封圈。

[0070] 参照图2、图6、图7以及图8,在本实施方式中,阳极组件700包括第二屏蔽系统122的各种部件。更具体而言,在本实施方式中,屏蔽系统122包括被配置成防止电磁辐射从机壳102的环形内部体积区沿轴向泄露出的光管道屏蔽部件724。更具体而言,在本实施方式中,光管道屏蔽部件724包括邻接于机壳的远端的不透明衬垫。在本实施方式中,该不透明衬垫由黄铜构成。这样,在由电弧发射的电磁辐射中的一些可以在机壳102的环形内部体积区内沿轴向向外行进的程度,光管道屏蔽部件724阻挡该辐射沿轴向从机壳102的远端泄露出,由此防止该辐射对第二绝缘壳体120的冲击或者进入第二绝缘壳体120中。

[0071] 类似地,在本实施方式中,第二绝缘壳体120的内表面还被在下文中将要描述的屏蔽系统122的两个额外的部件屏蔽于沿径向向外行进的电弧辐射。

[0072] 参照图2、图7以及图8,在本实施方式中,第二屏蔽系统122包括具有不透明表面的导电屏蔽部件730。更具体而言,在本实施方式中,导电屏蔽部件730包括被插入第二绝缘壳体120在轴向上最内端的套筒。在本实施方式中,该套筒由不透明铜的构成,因此套筒的所有表面都是不透明的。

[0073] 参照图2、图6、图7以及图8,如图6所示,在本实施方式中,屏蔽系统122还包括机壳102的不透明部分740。更具体而言,在本实施方式中,机壳的不透明部分740包括机壳在其内表面上具有不透明涂层742的部分。如先前结合类似的阴极侧不透明涂层462所描述的那样,在本实施方式中,不透明涂层742是HRC™ Heraeus反射涂层。在本实施方式中,不透明涂层742被涂布在阳极侧的机壳102在轴向上最外侧80mm的内表面上。在本实施方式中,机壳102在阳极侧具有约3mm的厚度,并且该不透明涂层具有约0.5mm至1mm的厚度。

[0074] 参照图2、图6以及图8,在本实施方式中,第二屏蔽系统122进一步被配置成阻挡电

磁辐射对环形密封圈的冲击。更具体而言,在本实施方式中,机壳的不透明部分740阻挡从电弧发射的电磁辐射对耐热环形密封圈720的冲击。

[0075] 这样,如图2所示,在本实施方式中,第二屏蔽系统122,或者更具体而言,光管道屏蔽部件724、导电屏蔽部件730的不透明表面以及机壳102的不透明部分740阻挡由电弧112发射的电磁辐射对第二绝缘壳体120的所有内表面的冲击。如在下文中将讨论的那样,在本实施方式中,屏蔽系统122所有的这三个部件有利地被冷却系统118冷却。

[0076] 反射器组件

[0077] 再次参照图1、图2以及图3,在本实施方式中,设备100包括通常用150来标记的反射器组件。在本实施方式中,该反射器组件150包括反射器152。更具体而言,在本实施方式中,该反射器152是椭圆反射器,该椭圆反射器被配置成通过在反射器152的底部限定的矩形开口(未示出)引导由等离子电弧112发射的电磁辐射通过机壳102。在本实施方式中,该反射器152具有抛光的铜本体,并且反射器152的椭圆反射面是铯表面。更具体而言,为了形成反射性的铯表面,首先将反射器152的椭圆内表面涂布非电镀镍,然后涂布高平整光亮镍,然后涂布金,然后涂布铯。

[0078] 参照图1、图2以及图3,在本实施方式中,反射器组件150还包括用于将反射器组件150连接到阴极组件400的阴极组件支撑板154以及用于将反射器组件150连接到阳极组件700的阳极组件支撑板156。在本实施方式中,该阴极组件支撑板154和该阳极组件支撑板156由铜构成。

[0079] 参照图2、图3以及图4,在本实施方式中,阴极组件支撑板154邻接于导电屏蔽部件450,并且被多个螺栓固定到阴极组件400,该多个螺栓延伸穿过绝缘壳体在轴向上最内侧的段114b,穿过导电屏蔽部件450并且进入阴极组件支撑板154的本体中。

[0080] 类似地,参照图2和图7,在本实施方式中,阳极组件支撑板156邻接于导电屏蔽部件730,并且被多个螺栓固定到阳极组件700,该多个螺栓延伸穿过第二绝缘壳体120的轴向最内侧端,穿过导电屏蔽部件730并且进入阳极组件支撑板156的本体中。

[0081] 如在下文中将讨论的那样,在本实施方式中,反射器组件150的三个主要部件,即反射器152、阴极组件支撑板154以及阳极组件支撑板156都具有例如如用158,160和162标记示出的内部冷却剂通道,通过该内部冷却剂通道来引导液体冷却剂。

[0082] 冷却系统

[0083] 参照图1、图2、图3、图9以及图10,通常用图2中的118来标记冷却系统。通常,在本实施方式中,冷却系统118对屏蔽系统116和第二屏蔽系统122的各种部件进行冷却。

[0084] 在本实施方式中,冷却系统118包括图9和图10中示出的上歧管902和下歧管904。在本实施方式中,下歧管904被安装在反射器组件150的顶部并且被附接到反射器组件150,上歧管902被安装在下歧管904的顶部并且被附接到下歧管904。

[0085] 在本实施方式中,上歧管902和下歧管904被配置成使得设备100的阳极侧用于所有的外部流体连接,以使设备100能够从流体供给源系统(未示出)接收液体或气体的供给,并且使该设备的阴极侧只被用于设备的不同部分之间的流体连接而不用于外部流体连接。应该回想起,用于与阴极电连接的绝缘的总线连接器422以及用于与阳极电连接的类似的总线连接器二者都具有指向设备100的阳极侧的连接口。这样,该流体连接和电连接的配置有利地导致设备100的紧凑的设计,且所有的外部连接都由阳极侧完成,这有利于将设备

100插入狭窄的环境,例如,如用于覆层应用的直径为8英寸的管的内部。

[0086] 在本实施方式中,上歧管902在歧管的阳极侧包括主液体冷却剂入口906,用于从外部源(未示出)接收液体冷却剂。在本实施方式中,该液体冷却剂是去离子水。在本实施方式中,上歧管902在上歧管902的阴极侧的阴极供给出口1002与在上歧管902的阳极侧的阳极供给出口908之间划分接收到的液体冷却剂流。

[0087] 在本实施方式中,阴极供给出口1002将液体冷却剂引导到阴极供给板402处的液体冷却剂入口410。如先前在本文中所讨论的那样,在本实施方式中,在液体冷却剂入口410处接收的液体冷却剂被供给到旋涡发生器104以生成液体涡流106,并且被供给到第一电极108以循环通过电极并且将电极冷却,如先前在本文中所讨论的那样。液体涡流106通过排出室704和排出管702排出设备100。供给到第一电极108的冷却剂循环通过热的阴极,然后通过液体冷却剂出口412排出阴极组件400,然后重新进入液体冷却剂返回入口1004处的上歧管902并且通过上歧管902行进至冷却剂出口910,经使用的冷却剂通过冷却剂出口910排出设备100。

[0088] 在本实施方式中,阳极供给出口908将液体冷却剂引导到阳极组件700的电极壳体708的液体冷却剂入口712。如先前在本文中所讨论的那样,在入口712处接收的液体冷却剂循环通过冷却通道714,并且通过第二电极110,然后与已经经过机壳102的液体涡流106和气体一起通过排出室704和排出管702排出。

[0089] 在本实施方式中,上歧管902还包括清洗气体供给入口912,通过清洗气体供给入口912来提供被加压的清洗气体,以在机壳102的外部周围维持被加压的惰性气体流。在本实施方式中,被加压的清洗气体是氩气,并且上歧管902引导所接收的清洗气体通过通过反射器组件150的反射器152限定的多个孔(未示出)。对于某些应用,这种清洗气体流可以减少反射器152和机壳102的外侧面的外部环境颗粒污染的可能性。

[0090] 在本实施方式中,下歧管904包括反射器冷却剂供给入口920,用于从外部源(未示出)接收被加压的液体冷却剂流并且用于将该液体冷却剂提供给反射器组件150。在本实施方式中,该冷却剂是将水冷却的工具,并且下歧管904引导在入口920接收的水通过反射器组件150。更具体而言,在本实施方式中,下歧管904引导所接收的冷却剂循环通过反射器152的内部冷却通道、阴极组件支撑板154的内部冷却通道以及阳极组件支撑板156的内部冷却通道,诸如用158、160和162标记的内部冷却通道。

[0091] 在本实施方式中,下歧管904还包括反射器冷却剂返回出口922。在本实施方式中,当被加压的液体冷却剂已循环通过如上所述的反射器组件150的内部冷却通道时,那么下歧管904则引导该液体冷却剂通过反射器冷却剂返回出口922排出设备100。

[0092] 在本实施方式中,下歧管904还包括第一惰性气体供给入口924、第二惰性气体供给入口926、第一惰性气体供给出口1020以及第二惰性气体供给出口1022。

[0093] 在本实施方式中,第一惰性气体供给入口924接收被加压供给的惰性气体,在本实施方式中,该被加压供给的惰性气体是氩气。被加压的氩气在第一惰性气体供给出口1020处排出连接到惰性气体供给入口414的下歧管904。如先前在本文中所讨论的那样,惰性气体供给入口414将被加压的氩气流供给到旋涡发生器104,以生成从液体涡流106径向向内的氩气涡流。

[0094] 在本实施方式中,第二惰性气体供给入口926接收被加压供给的惰性气体,在本实

施方式中,该被加压供给的惰性气体是氮气。如先前所讨论的那样,被加压的氮气在第二惰性气体供给出口1022处排出连接到绝缘气体供给入口430的下歧管904,以填充图3中示出的绝缘壳体114与绝缘屏蔽部件440之间的薄的间隙432并且对该间隙432加压。

[0095] 参照图1和图9,在本实施方式中,冷却系统118还包括液体和气体返回出口950,该液体和气体返回出口950连接到液体和气体排出管702并且在轴向上比液体和气体排出管702向外,液体涡流106、伴随液体涡流106的惰性气体涡流以及冷却剂通过液体和气体排出管702从第二电极110排出设备100。

[0096] 参照图2,如将在下文中更详细地讨论的那样,在本实施方式中,冷却系统118还包括阴极组件400的某些部件(特别是包括旋涡发生器104)以及反射器组件150的某些部件(特别是包括阴极组件支撑板154和阳极组件支撑板156)。

[0097] 操作

[0098] 在操作期间,尽管由等离子电弧112发射的大部分电磁辐射径向向外行进穿过机壳102并且离开设备100,但是由电弧发射的较小百分比的电磁辐射倾向于在设备100内轴向向外行进,经过第一电极108和第二电极110的尖端,在第一电极108和第二电极110的尖端处该较小百分比的电磁辐射入射到设备100的内部部件上。尽管在短持续时间内处于非常高功率水平的这种内部辐射或者在更长持续时间内处于低功率水平的内部辐射不会有问题,但是如果设备100在更长持续时间内处于几百千瓦的极限功率水平连续地运行,例如对于某些覆层应用在从数分钟到若干个小时的范围内连续运行,则这种内部辐射度可以有显著的加热效应。如先前在本文中所讨论的那样,在没有本实施方式的屏蔽和冷却的情况下,对于设备100的绝缘部件(如绝缘壳体114和120)来说,这种加热会有问题。

[0099] 再次参照图2、图3、图6、图9以及图10,如先前在本文中所讨论的那样,在本实施方式中,屏蔽系统116有利地被配置成阻挡由电弧112发射的电磁辐射,以防止该电磁辐射对绝缘壳体114的所有内表面的冲击。更具体而言,在本实施方式中,绝缘屏蔽部件440的不透明表面、机壳102的不透明部分460以及导电屏蔽部件450的不透明表面阻挡由电弧112发射的电磁辐射对绝缘壳体114的所有内表面的冲击。因此,在本实施方式中,屏蔽系统116有利地防止设备100内的内部电磁辐射对绝缘壳体114的冲击,由此防止这种辐射被壳体直接吸收并且将壳体熔化,并且还防止这种内部辐射穿过壳体,以使设备的邻近部件过热,然后会使壳体的邻近表面熔化。

[0100] 然而,在没有屏蔽系统的额外的冷却的情况下,会发生另外的问题。例如,如果内部电弧辐射向在本实施方式中是陶瓷的绝缘屏蔽部件440的不透明内表面传递太多热能,则经辐射的不透明内表面会变得比陶瓷材料的本体或者主体热得多,导致陶瓷材料中大的热梯度和应力,那么这会使陶瓷材料形成裂纹并且最终使陶瓷材料破裂。类似地,如果电弧辐射向在本实施方式中是铜的导电屏蔽部件450的内表面传递太多热能,则会使导电屏蔽部件450的全部物质过热,潜在地熔化绝缘壳体114的邻近表面。最后,如果电弧辐射向机壳102的不透明部分460传递太多热能,则可能最终使不透明部分过热并且开始发射大量的红外线辐射。因此,在本实施方式中,冷却系统118通过对屏蔽系统116进行冷却而有利地避免了该问题。

[0101] 在本实施方式中,冷却系统118包括旋涡发生器104,并且该旋涡发生器104被配置成将绝缘屏蔽部件440的不透明表面暴露于液体涡流106。如图3所示,液体涡流106与绝缘

屏蔽部件440的径向最内侧表面直接接触。由于液体涡流106的高容积流速,液体涡流106可以以比能够由内部电弧辐射向不透明表面传递热能的速度快得多的速度从不透明表面除去热能。有利地是,暴露于液体涡流106的绝缘屏蔽部件的表面与阻挡由电弧发射的电磁辐射并且防止该电磁辐射对绝缘壳体114的内表面的冲击的表面是同一不透明表面。因此,阻挡并且吸收一些内部电弧辐射的同一不透明表面被液体涡流106冷却,这防止使不透明表面过热。因此,绝缘屏蔽部件440内的热梯度和热应力被最小化,由此避免了可能由于绝缘屏蔽部件的不透明表面相对于其主体的差温加热而出现的绝缘屏蔽部件440的陶瓷材料产生潜在的裂纹并且破裂的问题。

[0102] 仍然参照图3,在本实施方式中,旋涡发生器104还被配置成将机壳102的不透明部分460和光管道屏蔽部件480暴露于液体涡流106。因此,机壳102的不透明部分460和光管道屏蔽部件480有利地除了阻挡由电弧发射的电磁辐射的角色以外,还不会过热并且不会开始连续地发射红外辐射。

[0103] 在本实施方式中,与绝缘屏蔽部件440的不透明表面和机壳102的不透明部分460不同,在本实施方式中,导电屏蔽部件450不与液体涡流106直接接触。反而,在本实施方式中,冷却系统118被配置成以传导方式将导电屏蔽部件450冷却。

[0104] 就此而言,在本实施方式中,冷却系统118包括与导电屏蔽部件450传导接触的液冷导体。更具体而言,在本实施方式中,该液冷导体是反射器组件150的阴极组件支撑板154。可以回想起,在本实施方式中,阴极组件支撑板154具有如用158标记的内部冷却通道,液体冷却剂通过内部冷却通道158循环。如图3所示,在本实施方式中,导电屏蔽部件450与液冷阴极组件支撑板154直接传导接触。因此,这种热能被传导到阴极组件支撑板154中直至使内部电弧辐射倾向于对导电屏蔽部件450进行加热的程度,然后这种热能被通过其的液体冷却剂的循环流除去。

[0105] 在本实施方式中,设备100的阳极侧的第二屏蔽系统122的部件类似地被冷却系统118冷却。

[0106] 例如,参照图2和图6,在本实施方式中,旋涡发生器104被配置成将机壳102的不透明部分740和光管道屏蔽部件724二者暴露于液体涡流106,由此冷却这两个屏蔽部件并且防止内部电弧辐射使这两个屏蔽部件过热。

[0107] 参照图2和图7,在本实施方式中,冷却系统118包括与导电屏蔽部件730传导接触的液冷导体。更具体而言,在本实施方式中,该液冷导体是反射器组件150的阳极组件支撑板156,该阳极组件支撑板156具有诸如用162标记的内部冷却通道,液体冷却剂通过内部冷却通道162循环。如图2所示,在本实施方式中,该导电屏蔽部件730与液冷阳极组件支撑板156直接传导接触。因此,这种热能被传导到阳极组件支撑板156中直至内部电弧辐射倾向于加热导电屏蔽部件730的程度,并且然后这种热能被经过阳极组件支撑板156的液体冷却剂的循环流除去。

[0108] 可替代项

[0109] 参照图2、图6以及图11,在图11中通常用1100来标记根据本公开内容的第二实施方式的机壳。在本实施方式中,通过用图11中示出的机壳1100替换图6中示出的机壳102来修改屏蔽系统116和屏蔽系统122。在本实施方式中,屏蔽系统116包括机壳1100的不透明部分,即阴极侧不透明部分1104,并且类似地,屏蔽系统122包括机壳1100的另一不透明部分,

即阳极侧不透明部分1106。

[0110] 在本实施方式中,机壳1100还包括中央部分1102,中央部分1102由与图6中示出的机壳102相同的材料(即由Heraeus制造的HSQ 300级电熔凝石英)构成。

[0111] 然而,在本实施方式中,不透明部分1104和不透明部分1106由不透明石英构成。更具体而言,在本实施方式中,不透明部分1104和不透明部分1106由Heraeus制造的OM 100不透明石英玻璃构成。该材料包括小的不规则形状的微米尺寸的小孔,这些小孔在非晶不透明石英阵列中均匀分布,导致电磁辐射高效的漫散射。在本实施方式中,不透明部分1104由轴向最外侧55mm的机壳1100在阴极侧构成,不透明部分1106由轴向最外侧80mm的机壳1100在阳极侧构成。在本实施方式中,如同先前实施方式那样,不透明部分的长度被选择为足够长,以阻挡内部电弧辐射对如上所述的内部屏蔽部件的冲击,但是也足够短,使其不会向内延伸穿过电极的尖端,由此避免对辐射的任何非有意阻挡,否则该辐射将通过反射器组件150泄露出设备100。在本实施方式中,通过小心地将中央部分1102、不透明部分1104以及不透明部分1106熔在一起而将中央部分1102结合至不透明部分1104以及不透明部分1106,并且将同心性、表面光滑度和尺寸精确度努力保持在尽可能大的程度。

[0112] 在本实施方式中,不透明部分1104和不透明部分1106被冷却系统118有利地冷却,或者更具体而言,被由冷却系统118的旋涡发生器104生成的液体涡流106以与先前实施方式中的不透明部分460和不透明部分740相同的方式有利地冷却。

[0113] 参照图1、图9、图10以及图12,在图12中通常用1200来标记根据本发明的第三实施方式用于生成电磁辐射的设备。在本实施方式中,除了在下文中将讨论的差异以外,设备1200与图1中示出的设备100相同。

[0114] 在本实施方式中,设备1200还包括被配置成对绝缘壳体114的外表面的至少一部分进行热屏蔽的外部隔热罩1202以及进一步被配置成使外部隔热罩1202冷却的冷却系统118。

[0115] 在本实施方式中,外部隔热罩1202是导体。更具体而言,在本实施方式中,外部隔热罩1202由阳极化铝构成,并且具有延伸穿过其内部体积区的液体冷却剂通道(未示出)。

[0116] 参照图9和图10,在本实施方式中,冷却系统的下歧管904还包括外部屏蔽冷却剂供给出口1204,并且上歧管902还包括外部屏蔽冷却剂返回入口1206和外部屏蔽冷却剂返回出口1208。下歧管在反射器冷却剂供给入口920处接收被加压的液体冷却剂流,并且将一部分被加压的液体冷却剂转移到外部屏蔽冷却剂供给出口1204,外部屏蔽冷却剂供给出口1204经由铜管(未示出)连接到外部隔热罩1202的冷却剂供给入口(未示出)。液体冷却剂循环通过外部隔热罩1202内的内部冷却剂通道,然后通过外部隔热罩1202的冷却剂返回出口1210排出外部隔热罩1202。冷却剂返回出口1210经由铜管(未示出)连接到上歧管902的外部屏蔽冷却剂返回入口1206,使用过的液体冷却剂通过外部屏蔽冷却剂返回入口1206流过上歧管902然后经由外部屏蔽冷却剂返回出口1208从设备1200排出。

[0117] 液冷外部隔热罩1202可以有利于某些特定应用。例如,如果设备1200正被用于覆层,以将涂层冶金地结合至管的内表面,则设备1200可以完全插入管中,且阴极组件400从管的远端伸出,并且反射器组件150在该远端处在管的内表面上对齐。然后,可以旋转被涂覆的管,同时设备1200被逐渐纵向地拉回通过管,使得反射器152以螺旋形方式跨过管的内表面扫描由电弧发射的电磁辐射。在这种应用中,管当前面对阴极组件400的部分趋向于变

热,这是因为管的该部分非常近地暴露于从反射器152发射的高强度电磁辐射。因此,液冷外部隔热罩1202将阴极组件屏蔽于通过传导、对流和辐射而进行的热传递,否则在管的周围环境中将发生该热传递。在本实施方式中,外部隔热罩1202还将绝缘壳体114的外部屏蔽于可以被管散射或者反射的、由电弧发射的电磁辐射,并且将阴极组件400屏蔽于来自被加热的管的碎片。

[0118] 作为替代或补充,在设备1200的阳极侧可以提供类似的外部隔热罩(未示出)。

[0119] 虽然描述并且示出了特定各实施方式,但是应该认为这些实施方式仅为示意性的,而不是如所附权利要求限定的那样对本发明进行限制。

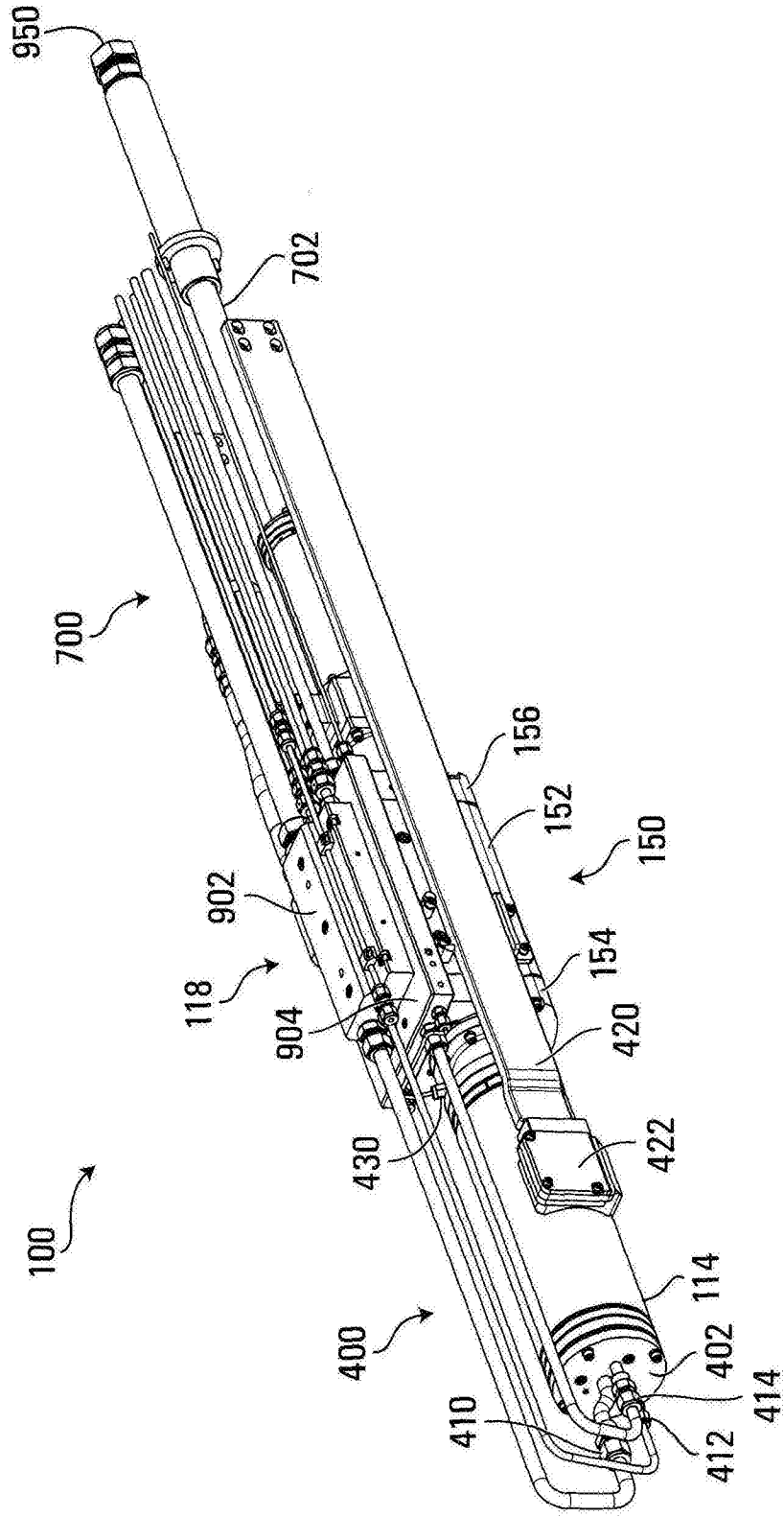


图1

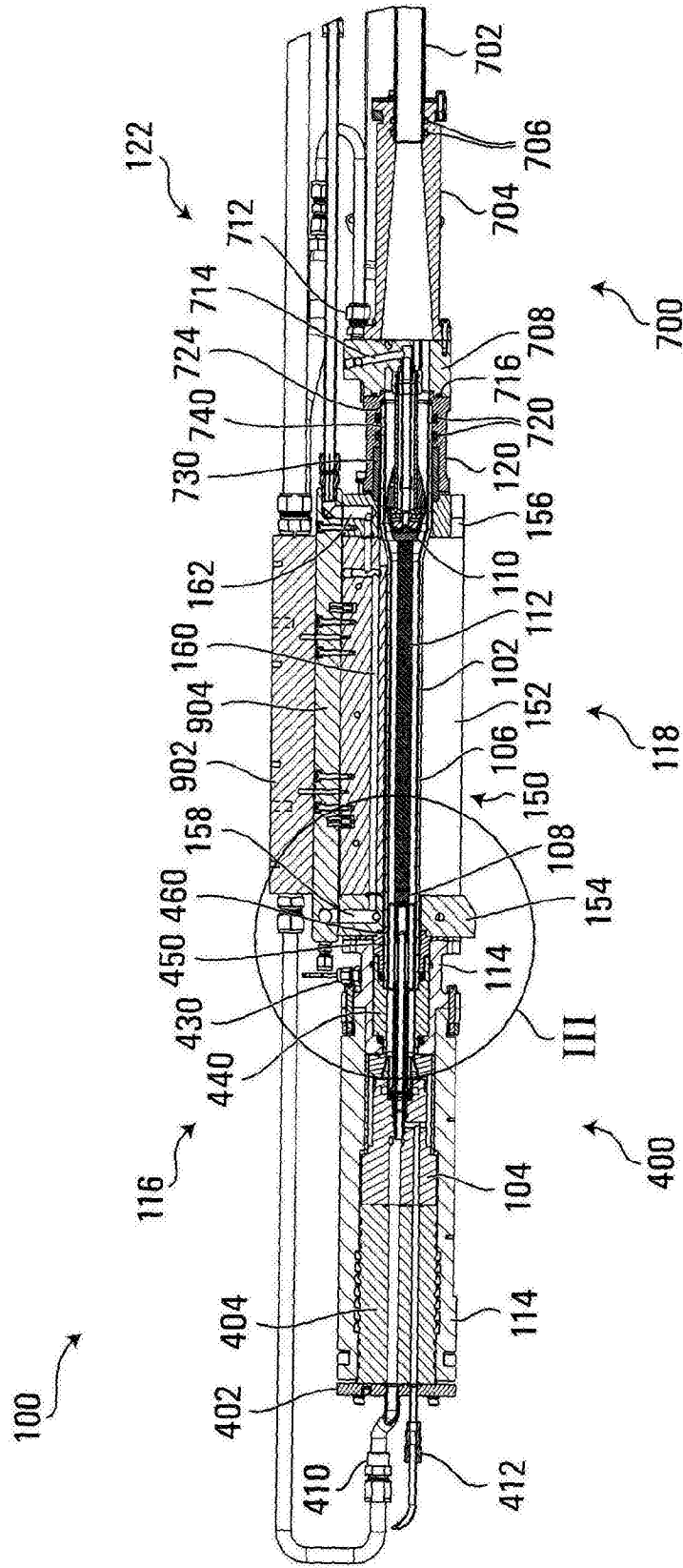


图2

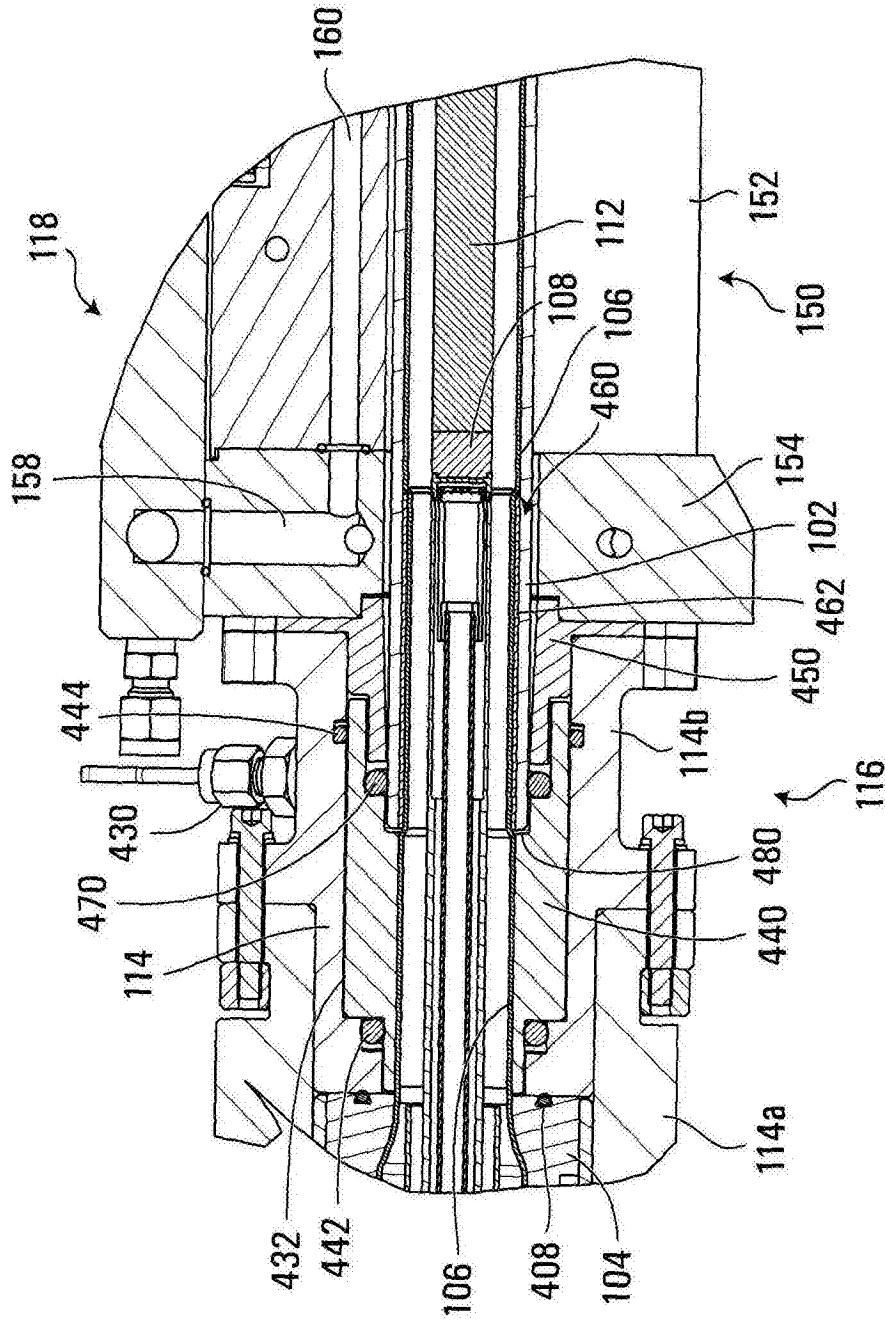


图3

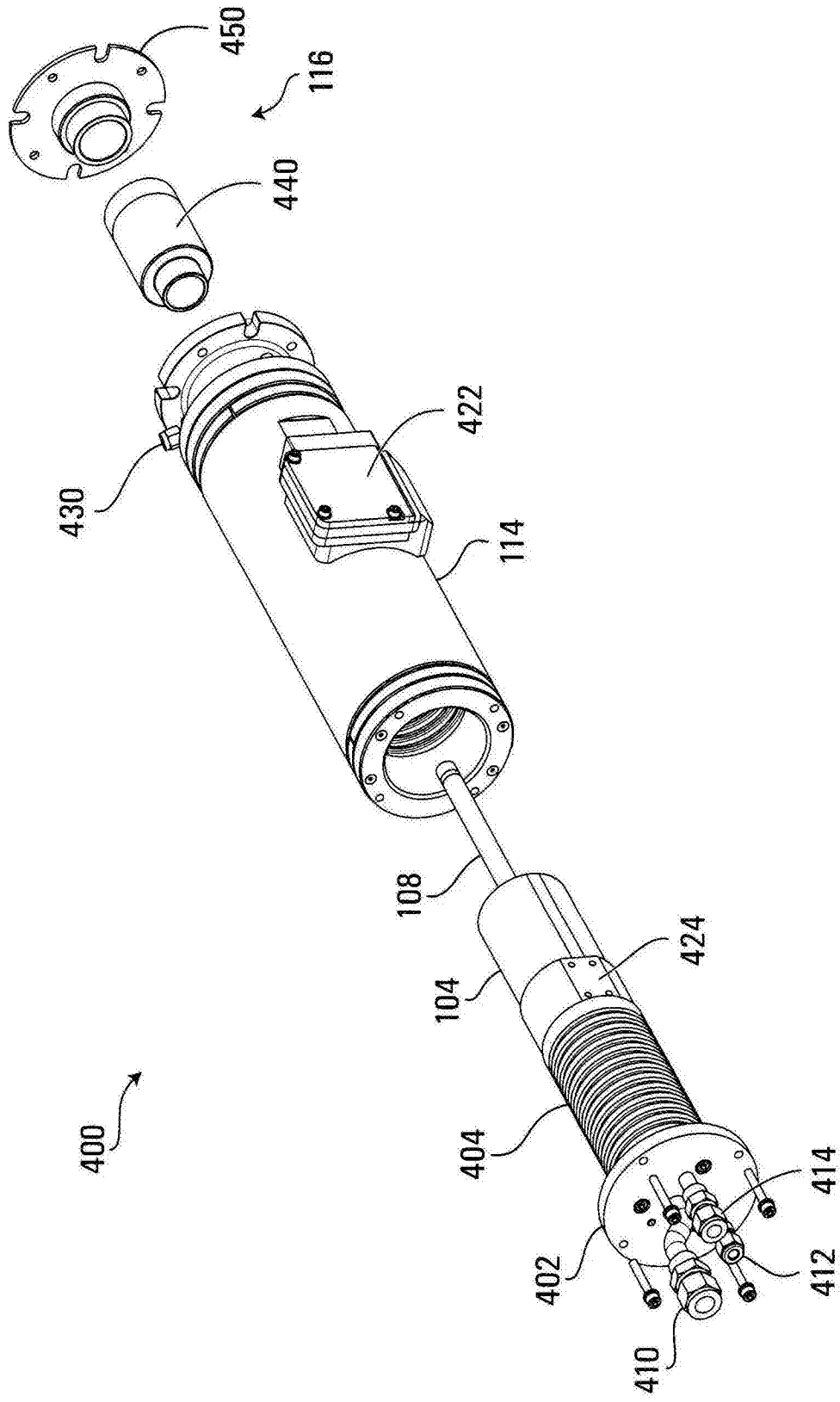


图4

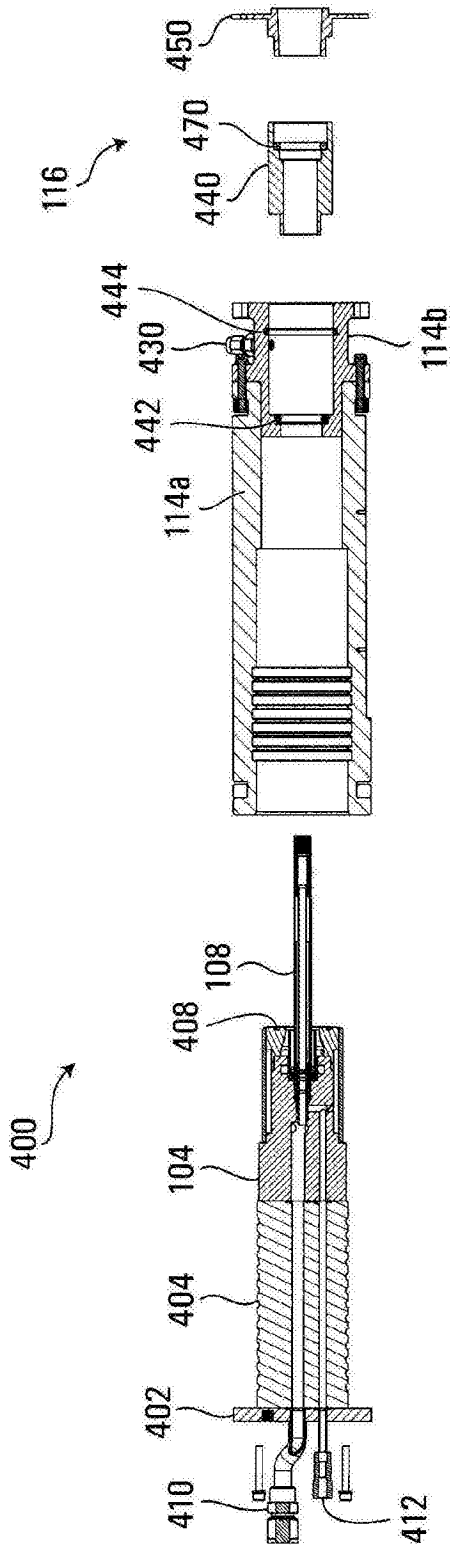


图5

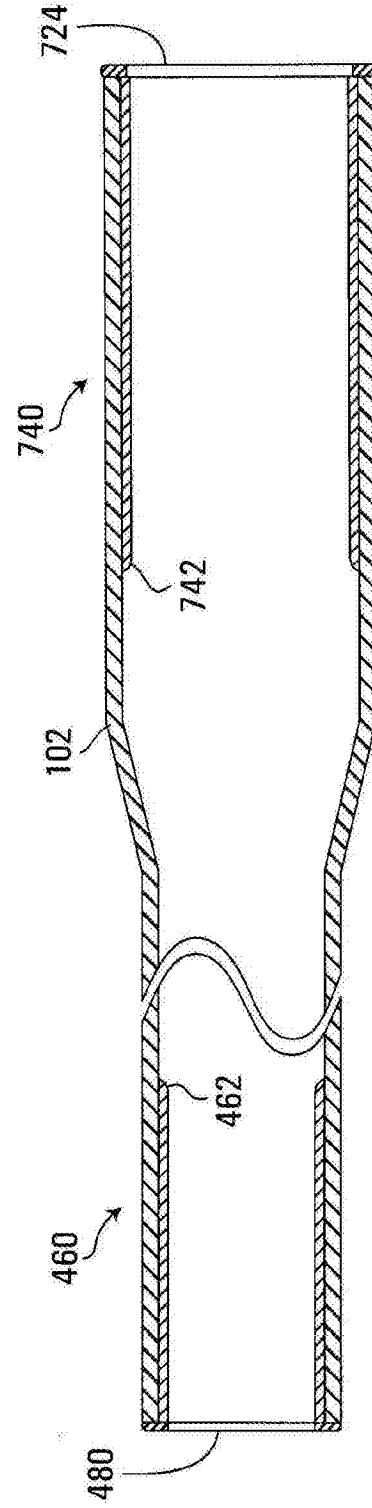


图6

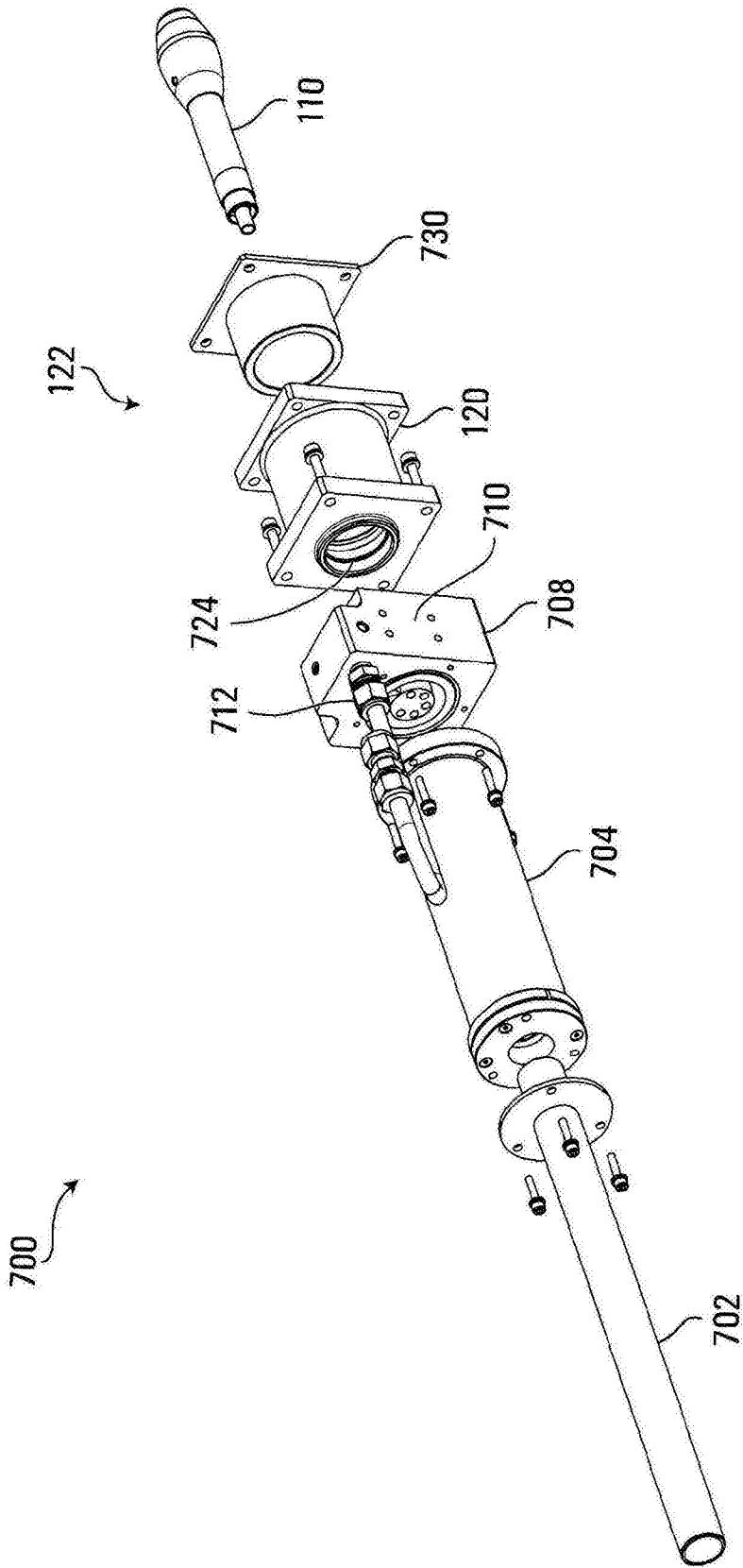


图7

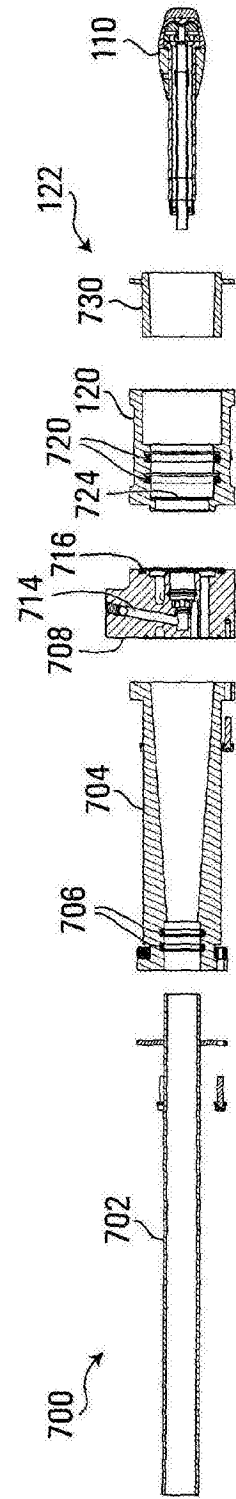


图8

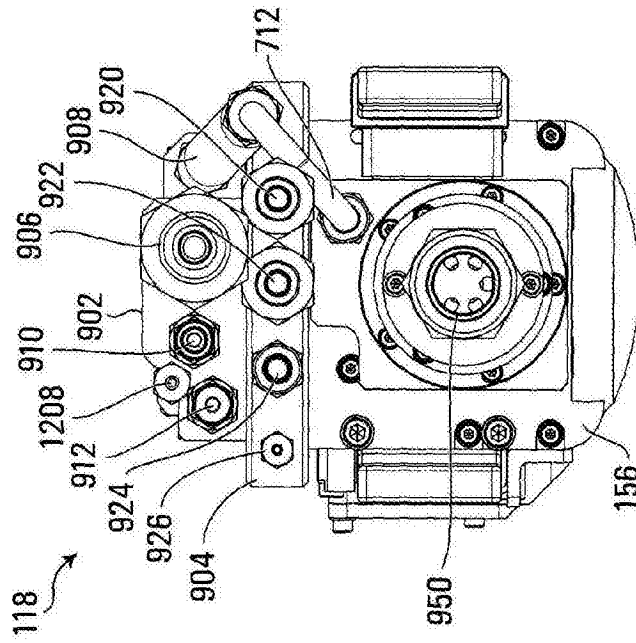


图9

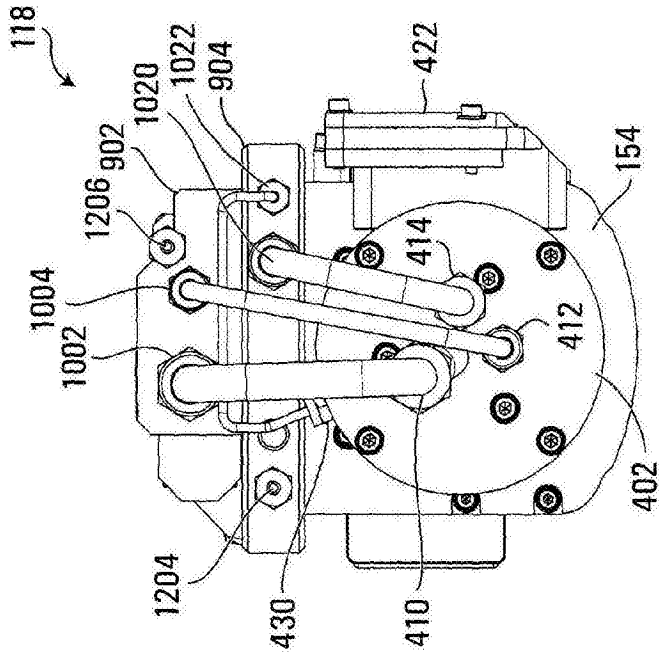


图10

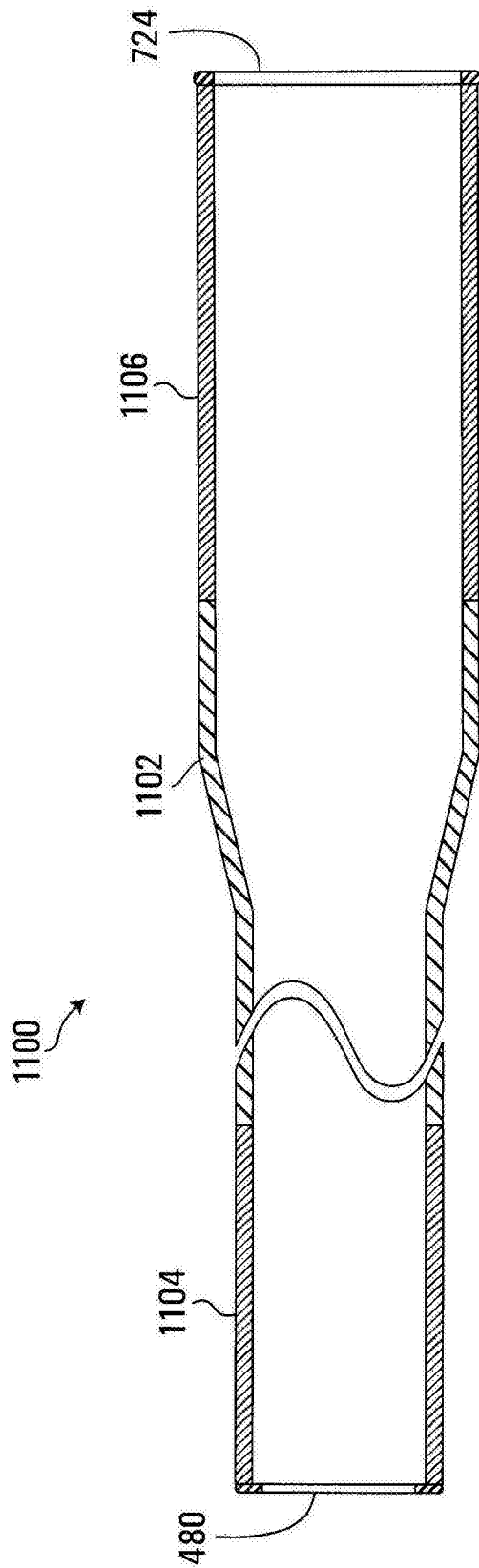


图11

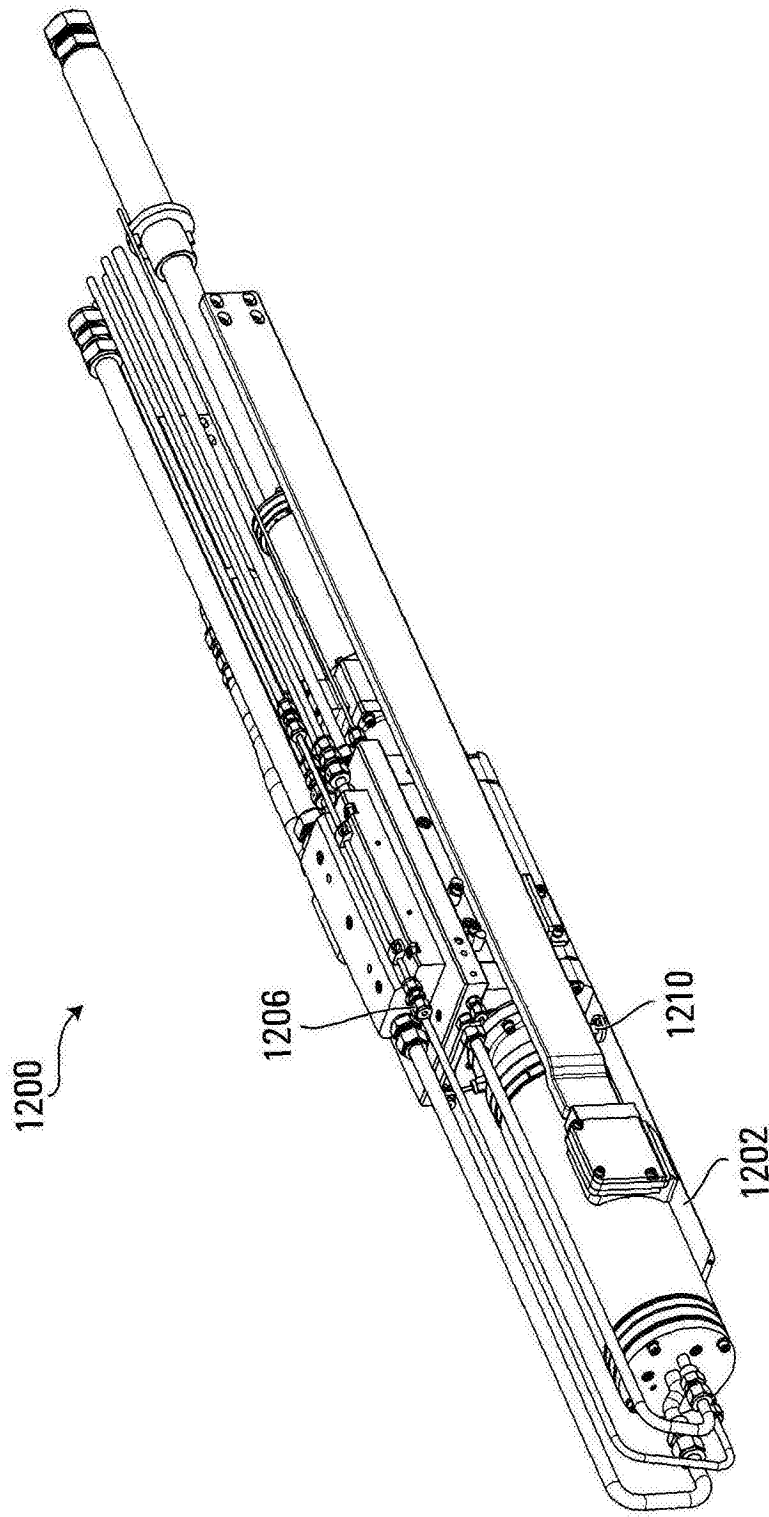


图12