(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 101243732 B
(45)授权公告日 2012.06.06

(21)申请号 200680030225.5

(22)申请日 2006.07.07

(30)优先权数据
0501603-5 2005.07.08 SE

(85)PCT申请进入国家阶段日
2008.02.19

(86)PCT申请的申请数据
PCT/EP2006/006689 2006.07.07

(87)PCT申请的公布数据
WO2007/006517 EN 2007.01.18

(73)专利权人 普拉斯马外科股份公司
地址 瑞典默恩达尔
专利权人 普拉斯马外科投资有限公司

(72)发明人 N·苏斯洛夫 I·鲁宾纳

(74)专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事务所 11038
代理人 范莉

(51)Int.Cl.
H05H 1/34(2006.01)
H05H 1/28(2006.01)

(56)对比文件
US 3534388 ,1970.10.13,
JP 昭57-1580 A,1982.01.06,
WO 96/06572 A1,1996.03.07,
US 4029930 ,1977.06.14,

审查员 刘时雄

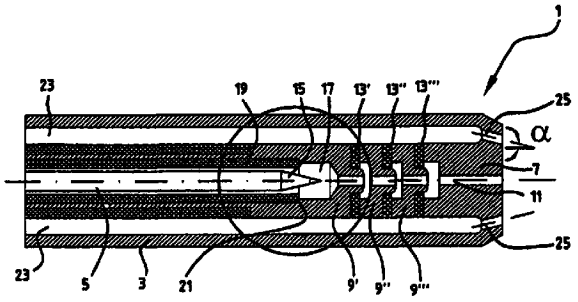
权利要求书 2 页 说明书 10 页 附图 2 页

(54)发明名称

等离子体产生装置、等离子体外科手术装置以及等离子体外科手术装置的应用

(57)摘要

本发明涉及一种等离子体产生装置，它包括阳极、阴极和至少一个中间电极，该中间电极布置成至少局部在所述阳极和所述阴极之间，所述中间电极和所述阳极至少形成等离子体槽道的一部分，该等离子体槽道有在所述阳极中的开口。而且，等离子体产生装置包括至少一个冷却剂槽道，该冷却剂槽道布置成有至少一个出口开口，该出口开口定位成沿从阴极至阳极的方向超过所述至少一个中间电极，且所述冷却剂槽道在所述出口开口处的槽道方向具有与等离子体槽道在其开口处的槽道方向相同的方向分量。本发明还涉及等离子体外科手术装置和该等离子体外科手术装置的应用。



CN 101243732 B

1. 一种产生等离子体的用于外科手术的等离子体外科手术装置，包括：

阳极；

阴极；

等离子体槽道，该等离子体槽道沿纵向在所述阴极和所述阳极之间延伸并穿过所述阳极，并有在最远离所述阴极的端部处的出口开口，用于排出等离子体射流；

至少一个中间电极，该中间电极布置成至少局部在所述阳极和所述阴极之间，所述至少一个中间电极和所述阳极形成所述等离子体槽道的至少一部分，所述至少一个中间电极相互电绝缘并与所述阳极电绝缘；以及

至少一个冷却剂槽道，该冷却剂槽道沿纵向在所述装置中延伸，并有在最靠近所述阳极的端部处的至少一个出口开口，因此，流过所述冷却剂槽道的冷却剂液体冷却该装置的、邻近所述至少一个冷却剂槽道的部分；

冷却剂槽道的在最靠近所述阳极的端部处的所述至少一个出口开口设置在所述阳极中；

冷却剂槽道的在最靠近所述阳极的端部处的所述至少一个出口开口布置在所述等离子体槽道的最远离所述阴极的端部处的所述出口开口旁边并与其间隔开且紧邻着，其中，在所述冷却剂槽道的最靠近所述阳极的端部处的所述至少一个出口开口处，所述冷却剂槽道的槽道方向有一方向分量，该方向分量与在所述等离子体槽道的最远离所述阴极的端部处的所述出口开口处所述等离子体槽道的槽道方向的方向分量相同，通过冷却剂槽道的最靠近所述阳极的端部处的所述至少一个出口开口并在等离子体槽道的最远离所述阴极的端部处的所述出口开口附近在所述产生等离子体的等离子体外科手术装置的端部流出的冷却剂液体屏蔽和限制所排出的等离子体射流和所排出的等离子体射流的等离子体作用区域，其中，所排出的等离子体射流的传播沿所排出的等离子体射流的纵向方向被屏蔽和限制，从而沿所排出的等离子体射流的流动方向获得所排出的等离子体射流的独特位置，在工作中，要通过所排出的等离子体射流治疗的目标在所述独特位置处受到影响。

2. 根据权利要求 1 所述的产生等离子体的等离子体外科手术装置，其中：所述冷却剂槽道的主要部分基本平行于所述等离子体槽道。

3. 根据权利要求 1 所述的产生等离子体的等离子体外科手术装置，其中：所述冷却剂槽道的在最靠近所述阳极的端部处的所述冷却剂槽道的所述至少一个出口开口处的方向相对于所述等离子体槽道在最远离所述阴极的端部处的所述等离子体槽道的所述出口开口处的方向的角度在 +30 和 -30 度之间。

4. 根据权利要求 3 所述的产生等离子体的等离子体外科手术装置，其中：所述冷却剂槽道的在最靠近所述阳极的端部处的所述冷却剂槽道的所述至少一个出口开口处的方向基本平行于所述等离子体槽道在最远离所述阴极的端部处的所述等离子体槽道的所述出口开口处的方向。

5. 根据权利要求 3 所述的产生等离子体的等离子体外科手术装置，其中：所述冷却剂槽道在所述冷却剂槽道的最靠近所述阳极的端部处的所述至少一个出口开口处朝着所述等离子体槽道成一定角度。

6. 根据权利要求 3 所述的产生等离子体的等离子体外科手术装置，其中：所述冷却剂槽道在所述冷却剂槽道的最靠近所述阳极的端部处的所述至少一个出口开口处离开所述

等离子体槽道成一定角度。

7. 根据权利要求 1 所述的产生等离子体的等离子体外科手术装置，其中：在工作过程中，冷却剂液体沿从所述阴极至所述阳极的方向流过所述冷却剂槽道。

8. 根据权利要求 1 所述的产生等离子体的等离子体外科手术装置，其中：所述冷却剂槽道的一部分沿所述至少一个中间电极延伸。

9. 根据权利要求 1 所述的产生等离子体的等离子体外科手术装置，其中：所述冷却剂槽道的一部分沿所述至少一个中间电极的外周延伸。

10. 根据权利要求 1 所述的产生等离子体的等离子体外科手术装置，还包括：套筒，该套筒与所述阳极连接，该套筒形成所述冷却剂槽道的沿径向外侧定位的边界表面的一部分。

11. 根据权利要求 1 所述的产生等离子体的等离子体外科手术装置，其中：所述至少一个中间电极形成所述冷却剂槽道的沿径向内侧定位的边界表面的一部分。

12. 根据权利要求 1 所述的产生等离子体的等离子体外科手术装置，其中：在工作过程中，冷却剂液体在 1ml/s 和 5ml/s 之间的速率下流过所述冷却剂槽道。

13. 根据权利要求 1 所述的产生等离子体的等离子体外科手术装置，其中：所述至少一个冷却剂槽道有至少两个出口开口。

14. 根据权利要求 13 所述的产生等离子体的等离子体外科手术装置，其中：所述至少一个冷却剂槽道的所述至少两个出口开口布置得环绕所述等离子体槽道的在最远离所述阴极的端部处的所述出口开口。

15. 根据权利要求 14 所述的产生等离子体的等离子体外科手术装置，其中：所述至少一个冷却剂槽道有至少四个出口开口。

16. 根据权利要求 15 所述的产生等离子体的等离子体外科手术装置，其中：该至少一个冷却剂槽道的所述至少四个出口开口中的在最靠近所述阳极的端部处的至少一个出口开口的截面为细长形。

17. 根据权利要求 1 所述的产生等离子体的等离子体外科手术装置，包括：两个或更多所述冷却剂槽道。

等离子体产生装置、等离子体外科手术装置以及等离子体外科手术装置的应用

[0001] 优先权

[0002] 本申请要求瑞典专利申请No.0501603-5的优先权，该瑞典专利申请No.0501603-5的申请日为2005年7月8日。

技术领域

[0003] 本发明涉及一种等离子体产生装置，它包括阳极、阴极和至少一个中间电极，所述中间电极布置成至少局部在所述阳极和所述阴极之间，所述中间电极和所述阳极至少形成等离子体槽道的一部分，该等离子体槽道有在所述阳极中的开口。本发明还用于等离子体外科手术装置和等离子体外科手术装置的应用。

背景技术

[0004] 等离子体装置涉及用于产生气体等离子体的装置。该气体等离子体例如可以用于外科手术中，目的是破坏（剖开）生物组织和/或使生物组织凝结(coagulation)。

[0005] 通常，这样的等离子体装置形成有较长和较窄的端部等，它能够很容易地施加在要进行治疗的合适区域，例如流血组织。在装置的顶端有气体等离子体，该气体等离子体的高温能够治疗该顶端附近的组织。

[0006] WO2004/030551(Suslov)公开了一种现有技术的等离子体外科手术装置。该装置包括等离子体产生系统，该等离子体产生系统有阳极、阴极和用于将气体供给该等离子体产生系统的气体供给槽道。而且，等离子体产生系统包括多个电极，这些电极布置在所述阴极和阳极之间。与阳极连接的导电材料壳体包围等离子体产生系统，并形成气体供给槽道。

[0007] 由于近来外科手术技术的发展，经常使用称为腹腔镜（锁孔）外科手术的技术。这意味着更需要小尺寸的装置，以便能够在没有较大外科手术的情况下进行接近。较小仪器也有利于在外科手术操作中获得良好的精度。

[0008] 还希望能够提高等离子体射流的精度，这样，例如可能受到热影响的区域更小。还希望能够获得一种等离子体产生装置，它使得要治疗的区域周围受到有限的热作用。

[0009] 因此，需要改进等离子体装置，特别是能够制造高温等离子体的小尺寸和高精度等离子体装置。

发明内容

[0010] 本发明的目的是提供改进的等离子体产生装置。

[0011] 本发明的另一目的是提供一种等离子体外科手术装置以及该等离子体外科手术装置在外科手术领域中的应用。

[0012] 根据本发明的一个方面，提供了一种等离子体产生装置，它包括阳极、阴极和至少一个中间电极，所述中间电极布置成至少局部在所述阳极和所述阴极之间，所述中间电极和所述阳极至少形成等离子体槽道的一部分，该等离子体槽道有在所述阳极中的开口。

[0013] 根据本发明，等离子体产生装置包括至少一个冷却剂槽道，该冷却剂槽道布置有至少一个出口开口，该出口开口定位成沿从阴极至阳极的方向超过所述至少一个中间电极，且所述冷却剂槽道在所述出口开口处的槽道方向有方向分量，该方向分量与等离子体槽道在开口处的槽道方向的方向分量相同。

[0014] 等离子体产生装置的该结构使得用于在冷却剂槽道中流动的冷却剂能够在等离子体槽道的开口附近在等离子体产生装置的端部处流出。由该结构获得的优点是，通过冷却剂槽道的出口流出的冷却剂可以用于屏蔽和限制通过开口于阳极中的等离子体槽道出口而排出的等离子体射流。屏蔽和限制等离子体射流首先在治疗小区域时特别有利，因为可以有效限制产生的等离子体射流的传播。

[0015] 还可以使用流出的冷却剂来冷却受到等离子体射流影响的目标。冷却要治疗的目标例如可以适合于保护治疗区域周围的区域。

[0016] 例如，等离子体射流可以沿它的纵向方向被屏蔽，这样，在屏蔽件的一侧有相当低的热量，在屏蔽件的另一侧有较高热量。这样，沿等离子体射流的流动方向获得等离子体射流的基本独特位置，要治疗的目标在该位置处受到影响，这可以使得等离子体产生装置更精确地工作。

[0017] 类似的，流出的冷却剂可以提供沿径向方向的等离子体射流屏蔽（相对于等离子体射流的流动方向）。这样沿径向方向屏蔽使得相对较小的表面能够在治疗时受到热影响。相对于等离子体的流动方向沿横向方向屏蔽也使得治疗区域周围的区域能够同时通过流出的冷却剂而冷却，因此受到等离子体射流的热量的影响程度相对较小。

[0018] 现有技术的等离子体产生装置通常使用封闭冷却剂系统来在工作中冷却等离子体产生装置。这样的封闭冷却剂系统通常布置成使得冷却剂沿等离子体产生装置中的一个通路流入，并沿另一通路返回。这通常产生相对较长的流动通路。较长流动通路的缺点是用于冷却剂的流动槽道通常必须制成为相对较大，以便防止较大压力降。这又意味着流动槽道占据空间，这影响等离子体产生装置的外部尺寸。

[0019] 本发明的另一优点是，与例如封闭和循环冷却剂系统相比，在冷却剂槽道中的压力降能够降低。因此，冷却剂槽道的截面可以保持相对较小，这也意味着等离子体产生装置的外部尺寸可以减小。例如当用于空间有限区域中或在需要较大精度的工作中使用时，通常希望减小等离子体产生装置的尺寸。优选是，等离子体产生装置的、靠近阳极的端部（“装置的阳极端”）具有小于 10mm 的外部尺寸，优选是小于 5mm。在可选实施例中，等离子体产生装置的外部尺寸等于或小于 3mm。优选是，装置的阳极端有圆形外部几何形状。

[0020] 因此，本发明使得流过冷却剂槽道的冷却剂能够用于在工作时冷却等离子体产生装置、屏蔽和限制等离子体射流的传播以及冷却受到等离子体射流影响的区域周围的区域。不过应当知道，根据用途，可以使用这些作用中的一个或多个。

[0021] 为了使得冷却剂槽道中的冷却剂能够在等离子体射流附近流出，优选是将冷却剂槽道的出口开口布置在等离子体槽道的开口旁边并间隔开。

[0022] 在一个实施例中，冷却剂槽道的开口布置在阳极中。通过将冷却剂槽道的出口开口和等离子体槽道的开口布置成相互接近，等离子体产生装置的端部有在阳极附近的喷嘴，该喷嘴有至少两个出口，用于分别排出冷却剂和等离子体。优选是使得冷却剂槽道沿整个阳极或阳极的一部分延伸，以便也能够在工作时冷却阳极。在一个实施例中，冷却剂槽道

的出口沿从阴极至阳极的方向布置在与阳极中的等离子体槽道出口相同的水平处或在前部。

[0023] 优选是，冷却剂槽道的主要长度部分基本平行于所述等离子体槽道。通过将冷却剂槽道布置成平行于等离子体槽道，可以提供例如紧凑和狭窄的等离子体产生装置。优选是，冷却剂槽道包括通流槽道，该通流槽道的主要长度部分沿等离子体槽道的纵向方向布置。通过该设计，冷却剂例如可以在等离子体产生装置的一端供给，以便在邻近阳极的相对端流出。

[0024] 根据等离子体产生装置的合适特性，冷却剂槽道的出口部分可以以不同的合适方式被引导和倾斜。在等离子体产生装置的一个实施例中，冷却剂槽道在出口开口处的槽道方向可以沿从阴极至阳极的方向相对于所述等离子体槽道在开口处的槽道方向以 +30 和 -30 度之间的角度延伸。通过对于不同等离子体产生装置选择不同角度，等离子体射流可以沿纵向方向和沿与纵向方向横切的方向以各种方式被屏蔽和限制。冷却剂槽道的槽道方向相对于等离子体槽道的槽道方向的上述合适变化为这样，即 0 度角对应于两个槽道的槽道方向平行的情况。

[0025] 当希望沿等离子体射流的横向方向（与等离子体槽道的纵向方向沿径向横切）进行限制时，冷却剂槽道在所述出口开口处的槽道方向沿从阴极至阳极的方向基本平行于所述等离子体槽道在开口处的槽道方向而延伸。

[0026] 在另一实施例中，可能希望与等离子体槽道的纵向方向横切的更小径向限制。对于可选实施例，例如冷却剂槽道在所述出口开口处的槽道方向可以沿从阴极至阳极的方向以离开所述等离子体槽道在开口处的槽道方向的一定角度延伸。

[0027] 在另一可选实施例中，冷却剂槽道在所述出口开口处的槽道方向可以沿从阴极至阳极的方向朝着所述等离子体槽道在开口处的槽道方向以一定角度延伸。例如，本实施例能够通过沿等离子体射流的流动方向的横向方向和等离子体射流的流动方向的纵向方向流出的冷却剂来限制等离子体射流。

[0028] 应当知道，冷却剂槽道的出口部分可以根据等离子体产生装置中所希望的特性和性能而以各种方式来布置。还应当知道，等离子体产生装置可以提供有多个这样的出口部分。多个这样的出口部分可以以类似方式被引导和倾斜。不过，还可以将多个不同出口部分布置成相对于等离子体槽道在开口处的槽道方向有不同的方向和角度。

[0029] 等离子体产生装置还可以提供有一个或多个冷却剂槽道。而且，各冷却剂槽道可以提供有一个或多个出口部分。

[0030] 在使用时，冷却剂槽道优选是由从阴极流向阳极的冷却剂通过。作为冷却剂，优选是使用水，尽管也可以使用其它类型的流体。使用合适的冷却剂将能够吸收和取出在工作时从等离子体产生装置中发出的热量。

[0031] 为了高效冷却等离子体产生装置，优选是使得所述冷却剂槽道的一部分沿所述至少一个中间电极延伸。通过使冷却剂槽道中的冷却剂能够流动而与中间电极直接接触，在中间电极和冷却剂之间获得良好的传热。为了合适地冷却中间电极的较大部分，所述冷却剂槽道的一部分可以沿所述至少一个中间电极的外周延伸。例如，冷却剂槽道环绕所述至少一个中间电极的外周。

[0032] 在一个实施例中，等离子体产生装置的端部套筒（该端部套筒优选是与阳极连

接）构成冷却剂槽道的沿径向外侧定位的边界表面的一部分。在另一可选实施例中，所述至少一个中间电极构成冷却剂槽道的沿径向内侧定位的边界表面的一部分。通过使用等离子体产生装置的这些结构部分作为冷却剂槽道的边界表面的一部分，可以在冷却剂和相邻部分（这些部分在工作时被加热）之间获得良好的传热。而且，通过减少使用单独的冷却剂槽道部分，等离子体产生装置的尺寸可以减小。

[0033] 优选是，冷却剂槽道布置成这样，在使用时，通过它的冷却剂的量在 1ml/s 和 5ml/s 之间。这样的流速在外科手术用途中特别有利，在外科手术用途中，更高流速可能对病人不利。

[0034] 为了能够使冷却剂环绕等离子体射流分布，优选是至少一个冷却剂槽道提供有至少两个出口，优选是至少四个出口。而且，等离子体产生装置优选是提供有多个冷却剂槽道。冷却剂槽道的数目和出口的数目可以根据等离子体产生装置的应用领域和合适特性而可选择地变化。

[0035] 根据本发明的第二方面，提供了包括上述等离子体产生装置的等离子体外科手术装置。这里所述类型的等离子体外科手术装置可以合适地用于生物组织的破坏或凝结。而且，这样的等离子体外科手术装置可以有利地用于心脏或脑外科手术。也可选择，这样的等离子体外科手术装置可以有利地用于肝、脾或肾的外科手术。

附图说明

[0036] 下面将参考附图更详细地介绍本发明，该附图通过实例表示了本发明的当前优选实施例。

[0037] 图 1a 是本发明的等离子体产生装置的实施例的剖视图；

[0038] 图 1b 是图 1a 的实施例的局部放大图；

[0039] 图 2a 是等离子体产生装置的可选实施例的剖视图；

[0040] 图 2b 是图 2a 的等离子体产生装置的正视平面图；

[0041] 图 2c 是图 2a 的等离子体产生装置的可选实施例的正视平面图；以及

[0042] 图 3 是等离子体产生装置的另一可选实施例的剖视图。

具体实施方式

[0043] 图 1a 表示了本发明的等离子体产生装置 1 的实施例的剖视图。图 1a 中的剖面穿过等离子体产生装置 1 沿纵向方向的中心。装置包括细长端部套筒 3，该端部套筒 3 容纳用于产生等离子体的等离子体产生系统，该等离子体在端部套筒 3 的端部排出。产生的等离子体例如可以用于停止组织中的流血、汽化组织、切割组织等。

[0044] 图 1a 的等离子体产生装置 1 包括阴极 5、阳极 7 和多个电极 9′、9″、9″′，这些电极布置在阳极和阴极之间，在本文中称为中间电极。中间电极 9′ 9″、9″′ 为环形，并形成等离子体槽道 11 的一部分，该等离子体槽道 11 从阴极 5 前部的位置伸出，并进一步伸向阳极 7 并通过该阳极 7。等离子体槽道 11 的进口端是最靠近阴极 5 的端部；等离子体槽道穿过阳极 7 延伸，它的出口端布置在该阳极 7 处。等离子体将在等离子体槽道 11 中加热，并最终通过在阳极 7 中的等离子体槽道开口而流出。中间电极 9′、9″、9″′ 通过环形绝缘体装置 13′、13″、13″′ 而相互绝缘和分离。中间电极 9′、9″、9″′ 的形状和等离子

体槽道 11 的尺寸可以调节成适于任意合适目的。中间电极 9′、9″、9″′ 的数目也可以选择地变化。图 1a 中所示的实施例提供有三个中间电极 9′、9″、9″′。

[0045] 在图 1a 所示的实施例中，阴极 5 形成为细长柱形元件。优选是，阴极 5 由钨制成，可选择有添加剂，例如镧。这种添加剂例如可以用于降低在阴极 5 端部处产生的温度。

[0046] 而且，指向阳极 7 的阴极 5 端部 15 有渐缩的端部部分。该渐缩部分 15 合适地形成在阴极端部处的顶端，如图 1a 所示。阴极顶端 15 优选是圆锥形状。阴极顶端 15 还可以包括圆锥的一部分，或者可以选择形状为朝着阳极 7 渐缩的几何形状。

[0047] 阴极 5 的、方向背离阳极 7 的另一端与电导体连接，该电导体将与电源连接。该导体优选是由绝缘体包围（该导体在图 1a 中未示出）。

[0048] 等离子体腔室 17 布置成与等离子体槽道 11 的进口端连接，并有与等离子体槽道 11 的纵向方向横切的截面表面，该截面表面超过等离子体槽道 11 在进口端处的截面表面。图 1a 中所示的等离子体腔室 17 具有与等离子体槽道 11 的纵向方向横切的圆形截面，并有沿等离子体槽道 11 的纵向方向的长度 L_{ch}，该长度近似对应于等离子体腔室 17 的直径 D_{ch}。等离子体腔室 17 和等离子体槽道 11 基本彼此同心布置。阴极 5 伸入等离子体腔室 17 内至少该等离子体腔室 17 长度 L_{ch} 的一半，且阴极 5 布置成基本与等离子体腔室 17 同心。等离子体腔室 17 包括由第一中间电极 9′ 形成的凹口，该第一中间电极 9′ 定位在阴极 5 附近。

[0049] 图 1a 还表示了绝缘体元件 19，该绝缘体元件 19 沿阴极 5 的一部分延伸并环绕它。绝缘体元件 19 优选是形成为细长柱形套筒，且阴极 5 局部位于穿过该管形绝缘体元件 19 延伸的圆形孔中。阴极 5 基本定心在绝缘体元件 19 的通孔中。而且，绝缘体元件 19 的内径稍微大于阴极 5 的外径，从而在阴极 5 的外周表面和绝缘体元件 19 的圆形孔的内表面之间形成一定距离。

[0050] 优选是，绝缘体元件 19 由耐热材料制成，例如陶瓷材料、耐热塑料材料等。绝缘体元件 19 将保护等离子体产生装置 1 的邻接部分免受高温影响，该高温例如可能在阴极 5 周围产生，特别是阴极顶端 15 周围。

[0051] 绝缘体元件 19 和阴极 5 彼此相对布置而使得指向阳极 7 的阴极 5 端部 15 超过绝缘体元件 19 的端表面 21（该端表面 21 指向阳极 7）凸出。在图 1a 所示的实施例中，阴极 5 的渐缩顶端 15 的大约一半超过绝缘体元件 19 的端表面 21 伸出。

[0052] 气体供给部分（图 1 中未示出）与等离子体产生部分连接。供给等离子体产生装置 1 的气体优选是包括与用作现有技术仪器的产生等离子体的气体的气体相同类型的气体，例如惰性气体如氩气、氖气、氙气、氦气等。产生等离子体的气体能够流过气体供给部分，并流入布置在阴极 5 和绝缘体元件 19 之间的空间内。因此，产生等离子体的气体沿绝缘体元件 19 内的阴极 5 流向阳极 7。当产生等离子体的气体通过绝缘体元件 19 的端部 21 时，气体通向等离子体腔室 17。

[0053] 等离子体产生装置 1 还包括一个或多个冷却剂槽道 23，该冷却剂槽道 23 开口于细长端部套筒 3 中。冷却剂槽道 23 优选是局部与连接端部套筒 3 的壳体（未示出）制成为一件。端部套筒 3 和壳体例如可以通过螺纹接头而相互连接，但是也可以考虑通过其它连接方法，例如焊接、钎焊等。而且，端部套筒优选是外径小于 10mm，优选是小于 5mm，特别是在 3mm 和 5mm 之间。至少位于端部套筒附近的壳体部分的外部形状和尺寸基本与端部套筒

的外部尺寸相对应。在图 1a 所示的等离子体产生装置实施例中，端部套筒在与它的纵向方向横切的截面中为圆形。

[0054] 冷却剂槽道 23 优选是包括穿过装置延伸并开口于阳极 7 中或阳极附近的通流槽道。而且，该冷却剂槽道 23 的一部分例如可以通过壳体的挤出或壳体的机械加工来制造。不过应当知道，冷却剂槽道 23 的一部分也可以通过与壳体分离并布置在该壳体内的一个或多个部分而形成。

[0055] 等离子体产生装置 1 可以提供有冷却剂槽道 23，该冷却剂槽道 23 提供有一个或多个出口开口 25。也可选择，等离子体产生装置 1 可以提供有多个冷却剂槽道 23，各冷却剂槽道可以提供有一个或多个出口开口 25。各冷却剂槽道 23 还可以分成多个槽道部分，这些槽道部分组合在公共槽道部分中，该公共槽道部分可以提供有一个或多个出口开口 25。全部或一些槽道 23 也可以用于其它目的。例如，三个槽道 23 可以布置成：两个槽道用于冷却剂通过，一个槽道用于从外科手术区域吸取液体等。

[0056] 在图 1a 所示的实施例中，冷却剂槽道 23 的一部分穿过端部套筒 3 延伸并环绕中间电极 9′、9″、9″′。图 1a 的冷却剂槽道 23 提供有多个出口开口 25。

[0057] 而且，冷却剂槽道 23 的出口开口 25 布置成沿从阴极 5 至阳极 7 的方向超过中间电极 9′、9″、9″′。在图 1a 所示的实施例中，冷却剂槽道 23 穿过端部套筒 3 和阳极 7 延伸。而且，冷却剂槽道 23 在出口开口 25 处的槽道方向有与等离子体槽道 11 在其开口处的槽道方向相同的方向分量。根据图 1a，表示了两个这样的出口开口 25。优选是，等离子体产生装置 1 提供有四个或更多出口开口 25。

[0058] 冷却剂槽道 23 可以部分用于在工作时冷却等离子体产生装置 1。作为冷却剂，优选是使用水，尽管也可以考虑使用其它类型的流体。为了提供冷却，冷却剂槽道 23 的一部分布置成使得冷却剂供给端部套筒 3，并在中间电极 9′、9″、9″′ 和端部套筒 3 的内壁之间流动。在装置工作时，优选是使得 1-5ml/s 的流量流过等离子体产生装置 1。不过，冷却剂的流量可以根据各种因素而选择变化，例如工作温度、所希望的操作特性、应用领域等。在外科手术应用中，冷却剂流速通常在 1ml/s 和 3ml/s 之间，通过出口开口 25 流出的冷却剂的温度通常在 25℃和 40℃之间。

[0059] 流过冷却剂槽道 25 的冷却剂还可以用于屏蔽等离子体射流和限制等离子体射流的范围，该等离子体射流通过在阳极 7 中的等离子体槽道 11 出口而排出。冷却剂还可以用于冷却受到等离子体射流影响的目标区域附近的区域。

[0060] 在图 1a 所示的实施例中，冷却剂槽道 23 在出口开口 25 处的槽道方向朝着等离子体槽道 11 的纵向方向中心成一定角度 α。

[0061] 定向的出口部分使得在工作时产生的等离子体射流能够通过流过冷却剂槽道 23 的出口开口 25 的冷却剂而沿它的纵向方向被屏蔽。因此，操作该装置的操作人员能够获得等离子体射流有效的基本独特位置。在该位置的前面，等离子体射流产生的作用优选是很小。因此，这能够在例如外科手术中和其它需要精度的应用领域中有良好的精度。同时，通过冷却剂槽道 23 的出口开口 25 排出的冷却剂能够提供沿横向方向在等离子体射流的中心的径向外侧的屏蔽效果。由于该屏蔽，有限的表面将受到局部热影响，在受等离子体热量影响的区域外侧所处理的物体的被冷却的区域受到等离子体射流影响的程度相对较小。

[0062] 图 2a-3 表示了等离子体产生装置 1 的可选实施例。下面将介绍在这些实施例和

图 1a 的实施例之间的重要区别。

[0063] 在图 2a 所示的实施例中，冷却剂槽道 123 在出口开口 125 处的槽道方向布置成基本与等离子体槽道 111 的纵向方向平行。这时，主要获得等离子体射流沿径向方向相对于等离子体槽道 111 的中心线的屏蔽。

[0064] 图 3 表示了等离子体产生装置 201 的另一可选实施例。在图 3 所示的实施例中，冷却剂槽道 223 在出口开口 225 处的槽道方向为离开等离子体槽道 211 的纵向方向的中心而成角度 β。这样形成的屏蔽将随着离阳极 207（因此离等离子体槽道 211 的出口）的距离增加而相对于等离子体槽道 211 的中心线的距离增加。

[0065] 应当知道，图 1-3 的实施例可以组合以便形成附加实施例。例如，不同出口可以相对于等离子体槽道 23、123、223 的纵向方向进行不同定向和倾斜。例如，可以使等离子体产生装置 1、101、201 提供有方向平行于等离子体槽道 11、111、211 的两个出口部分以及方向朝着等离子体槽道 11、111、211 的纵向方向中心而向内的两个出口部分。对于冷却剂槽道 23、123、223 在出口开口 25、125、225 处的槽道方向的角度和方向，可以根据等离子体产生装置 1、101、201 的合适特性而选择组合变型。

[0066] 还可以改变在出口部分 25、125、225 处的槽道方向相对于等离子体槽道 11、111、211 的纵向方向的角度。优选是，出口部分布置成相对于等离子体槽道 11、111、211 的纵向方向的角度 α、β 为 ±30 度。在图 1a 所示的实施例中，出口部分布置成相对于等离子体槽道 11、111、211 的纵向方向的角度 α 为 +10 度。对于图 1a 所示的等离子体产生装置，10° 的角度 α 意味着通过冷却剂槽道的开口流出的冷却剂将在阳极中的等离子体槽道出口前面的大约 8-10mm 处与等离子体槽道的纵向方向中心相交。

[0067] 在图 3 所示的实施例中，出口部分布置成相对于等离子体槽道 11、111、211 的纵向方向的角度 β 为 -10 度。

[0068] 图 2b-2c 是图 2a 中的等离子体产生装置 101 的不同实施例的正视图。图 2b 表示了出口部分的出口开口 125 位于阳极中的等离子体槽道 111 的出口旁边并与该出口间隔开的设计。在图 2b 所示的实施例中，出口开口 125 形成为八个圆形引入孔 (lead-ins)，它们与冷却剂槽道 123 连通。根据等离子体产生装置 101 的合适特征和性能，可以选择地布置比 8 个更多或更少的圆形引入孔。还可以改变该圆形引入孔的尺寸。

[0069] 图 2c 表示了冷却剂槽道 123 的出口开口 125 的可选设计。图 2c 是图 2a 中的等离子体产生装置 101 的正视图。在图 2c 所示的实施例中，出口开 125 形成为四个弧形引入孔，它们与冷却剂槽道连通。

[0070] 应当知道，冷却剂槽道 123 的出口开口 125 可以选择地设计有多个可选的几何形状和尺寸。出口开口的截面表面通常可以在 0.50mm^2 和 2.0mm^2 之间，优选是 1mm^2 至 1.5mm^2。

[0071] 显然，出口开口 25、125、225 的这些不同设计也可以用于图 1a-b 和图 3 所示的等离子体产生装置的实施例。

[0072] 下面的说明将参考图 1a-b。不过，所述情况和尺寸也作为图 2a-3 中所示的等离子体产生装置实施例的示例实施例。

[0073] 图 1a 中所示的中间电极 9′、9″、9″′ 布置在等离子体产生装置 1 的端部套筒 3 的内部，并定位成基本与端部套筒 3 同心。中间电极 9′、9″、9″′ 的外径相对于端部套筒 3 的内径形成在中间电极 9′、9″、9″′ 的外表面和端部套筒 3 的内壁之间的空隙。在中

间电极 9′、9″、9″′ 和端部套筒 3 之间的该空间中，冷却剂通过冷却剂槽道 23 的出口开口 125 而排出。

[0074] 在图 1a 所示的实施例中，三个中间电极 9′、9″、9″′ 通过布置在阴极 5 和阳极 7 之间的绝缘体装置 13′、13″、13″′ 而间隔开。第一中间电极 9′、第一绝缘体 13′ 和第二中间电极 9″ 适当地相互压配合。类似的，第二中间电极 9″、第二绝缘体 13″ 和第三中间电极 9″′ 适当地相互压配合。不过，应当知道，中间电极 9′、9″、9″′ 的数目可以根据所需目的选择。

[0075] 最远离阴极 5 的中间电极 9″′ 与环形绝缘体装置 13″′ 接触，该环形绝缘体装置 13″′ 再抵靠阳极 7。

[0076] 阳极 7 与细长端部套筒 3 连接。在图 1a 所示的实施例中，阳极 7 和端部套筒 3 相互形成一体。在可选实施例中，阳极 7 可以形成为单独元件，它通过在阳极 7 和端部套筒 3 之间的螺纹连接、通过焊接、通过钎焊而与该端部套筒 3 连接。在阳极 7 和端部套筒 3 之间的连接优选是将提供在两者之间的电接触。

[0077] 下面将参考图 1a-b 介绍包含在等离子体产生装置 1、101、201 中的部件之间的合适几何关系。应当知道，下面所述的尺寸只构成等离子体产生装置 1、101、201 的示例实施例，并能够根据应用领域和所希望的特性而变化。应当知道，图 1a-b 中所述的实例也可以用于图 2a-3 中的实施例。

[0078] 绝缘体元件 19 的内径 d_i 只是稍微大于阴极 5 的外径 d_c。在一个实施例中，在公共截面中，在阴极 5 和绝缘体元件 19 的内径 d_i 之间的截面差优选是等于或大于等离子体槽道 11 的最小截面。等离子体槽道 11 的该截面可以定位在沿等离子体槽道 11 长度的任意位置处。

[0079] 在图 1b 所示的实施例中，阴极 5 的外径 d_c 为大约 0.50mm，绝缘体元件的内径 d_i 为大约 0.80mm。

[0080] 在一个实施例中，阴极 5 布置成使得阴极顶端 15 的部分长度超过绝缘体元件 19 的边界表面 21 凸出。在图 1b 中，阴极 5 的顶端 15 定位成这样，即顶端 15 的长度 L_c 的大约一半超过绝缘体元件 19 的边界表面 21 而凸出。在图 1b 所示的实施例中，该凸出量 l_c 大约对应于阴极 5 的直径 d_c。

[0081] 阴极顶端 15 的总长度 L_c 优选是大于阴极 5 在阴极顶端 15 的基部处的直径 d_c 的 1.5 倍。优选是，阴极顶端 15 的总长度 L_c 为阴极 5 在阴极顶端 15 的基部处的直径 d_c 的 1.5-3 倍。在图 1b 所示的实施例中，阴极顶端 15 的长度 L_c 对应于阴极 5 在阴极顶端 15 的基部处的直径 d_c 的大约 2 倍。

[0082] 在一个实施例中，阴极 5 的直径 d_c 在阴极顶端 15 的基部处为大约 0.3-0.6mm。在图 1b 所示的实施例中，阴极 5 的直径 d_c 在阴极顶端 15 的基部处为大约 0.50mm。优选是，阴极 5 在阴极顶端 15 的基部和阴极 5 的、与阴极顶端 15 相反的端部之间有基本相同的直径 d_c。

[0083] 不过应当知道，可以沿阴极 5 的长度改变该直径 d_c。在一个实施例中，等离子体腔室 17 的直径 D_{ch} 对应于阴极 5 在阴极顶端 15 的基部处的直径 d_c 的大约 2-2.5 倍。在图 1b 所示的实施例中，等离子体腔室 17 的直径 D_{ch} 对应于阴极 5 的直径 d_c 的大约 2 倍。

[0084] 等离子体腔室 17 沿等离子体产生装置 1 的纵向方向的长度 L_{ch} 对应于阴极 5 在阴

极顶端 15 的基部处的直径 d_c 的大约 2-2.5 倍。在图 1b 所示的实施例中，等离子体腔室 17 的长度 L_{ch} 大约对应于等离子体腔室 17 的直径 D_{ch}。

[0085] 在一个实施例中，阴极 5 的顶端 15 在等离子体腔室 17 的长度 L_{ch} 的一半上延伸，或者超过所述长度。在可选实施例中，阴极 5 的顶端 15 在等离子体腔室 17 的长度 L_{ch} 的 1/2 至 2/3 上延伸。在图 1b 所示的实施例中，阴极顶端 15 大约在等离子体腔室 17 的长度 L_{ch} 的一半上延伸。

[0086] 在图 1b 所示的实施例中，伸入等离子体腔室 17 中的阴极 5 定位得离等离子体腔室 17 的、最靠近阳极 7 的端部的距离大约对应于阴极 5 在基部处的直径 d_c。

[0087] 在图 1b 所示的实施例中，等离子体腔室 17 与等离子体槽道 11 流体连通。等离子体槽道 11 优选是直径 d_{ch} 为大约 0.2-0.5mm。在图 1b 所示的实施例中，等离子体槽道 11 的直径 d_{ch} 为大约 0.40mm。不过应当知道，等离子体槽道 11 的直径 d_{ch} 可以沿等离子体槽道 11 的长度以不同方式变化，以便提供不同的所需特性。

[0088] 在等离子体腔室 17 和等离子体槽道 11 之间布置有过渡部分 27，该过渡部分 27 构成在等离子体腔室 17 的直径 D_{ch} 和等离子体槽道 11 的直径 d_{ch} 之间的、沿从阴极 5 至阳极 7 方向的渐缩过渡。过渡部分 27 可以以多种可选方式形成。在图 1b 所示的实施例中，过渡部分 27 形成为斜边缘，该斜边缘形成在等离子体腔室 17 的内径 D_{ch} 和等离子体槽道 11 的直径 d_{ch} 之间的过渡。不过，应当知道，等离子体腔室 17 和等离子体槽道 11 可以布置成相互直接接触，而没有布置在两者之间的过渡部分 27。使用图 1b 中所示的过渡部分 27 能够有利地抽取热量，以便冷却等离子体腔室 17 和等离子体槽道 11 附近的结构。

[0089] 等离子体槽道 11 由阳极 7 以及布置在阴极 5 和阳极 7 之间的中间电极 9′、9″、9″′ 而形成。在等离子体槽道的、最靠近阴极的开口和直到阳极之间的等离子体槽道 11 的长度优选对应于等离子体槽道 11 的直径 d_{ch} 的大约 4-10 倍。在图 1a 所示的实施例中，在等离子体槽道的、最靠近阴极的开口和阳极之间的等离子体槽道 11 的长度为大约 1.6mm。

[0090] 等离子体槽道的、穿过阳极延伸的该部分为等离子体槽道 11 的直径 d_{ch} 的大约 3-4 倍。对于图 1a 所示的实施例，等离子体槽道的、穿过阳极延伸的该部分的长度为大约 2mm。

[0091] 优选是，等离子体产生装置 1 可以提供为一次性仪器的一部分。例如，具有等离子体产生装置 1、外壳、管、连接端子等的整个装置可以作为一次性仪器来出售。也可选择，只有等离子体产生装置可以是一次性的，并与多次使用的装置连接。

[0092] 在本发明的范围内也可以考虑其它实施例和变化形式。例如，电极 9′、9″、9″′ 的数目和形状可以根据使用的产生等离子体的气体的类型和希望产生的等离子体的特性而变化。

[0093] 在使用时，通过气体供给部分供给的产生等离子体的气体（例如氩气）被引入在阴极 5 和绝缘体元件 19 之间的空间，如上所述。供给的产生等离子体的气体通过等离子体腔室 17 和等离子体槽道 11，以便通过阳极 7 中的等离子体槽道 11 的开口而排出。当建立气体供给后，电压系统打开，这起动在等离子体槽道 11 中的排出处理，并在阴极 5 和阳极 7 之间形成电弧。在建立电弧之前，优选是通过冷却剂槽道 23 而将冷却剂供给等离子体产生装置 1，如上所述。当建立电弧后，气体等离子体在等离子体腔室 17 中产生，并在加热过程中通过等离子体槽道 11 并通向阳极 7 中的开口。

[0094] 用于图 1-3 的等离子体产生装置 1、101、201 的合适工作电流为 4-10 安培，优选是

4-6 安培。等离子体产生装置 1、101、201 的工作电压特别取决于中间电极的数目和它们的长度。等离子体槽道的相对较小直径能够在使用等离子体产生装置 1、101、201 时有相对较低能量消耗和相对较低工作电流。

[0095] 在阴极和阳极之间形成电弧时，它主要在中心，沿等离子体槽道的中心轴线，温度 T 与放电电流 I 和等离子体槽道 11 的直径 d_{ch} 之间的关系成正比（$T = K * I/d_{ch}$）。为了在相对较低电流下提供较高温度的等离子体（例如 10000℃至 15000℃），在阳极中的等离子体槽道的出口处，等离子体槽道的截面（因此加热气体的电弧截面）较小，例如 0.2-0.5mm。通过较小截面电弧，在等离子体槽道中的电场强度具有较高值。

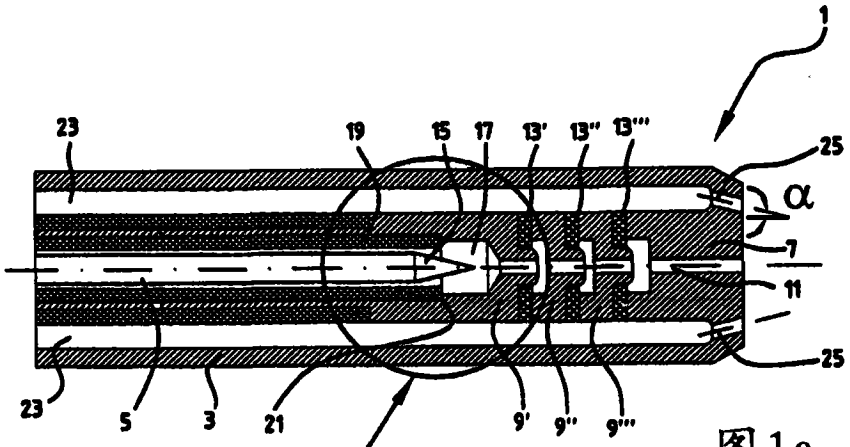

1
23
19
15
17
13'
13''
13'''
25
α
7
11
25
23
5
3
21
9'
9''
9'''

图1a

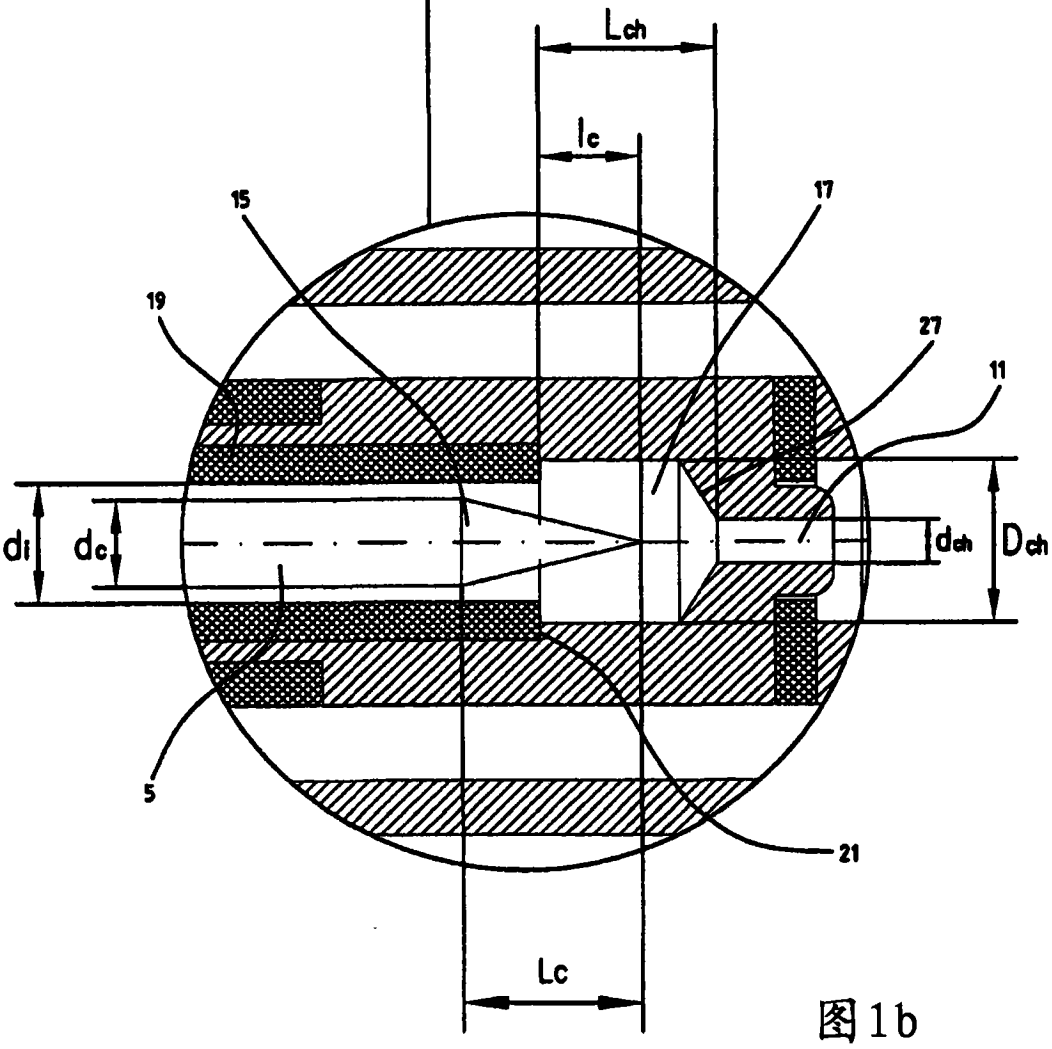

Lch
lc
15
17
19
27
11
di
dc
dch
Dch
5
21
Lc

图1b

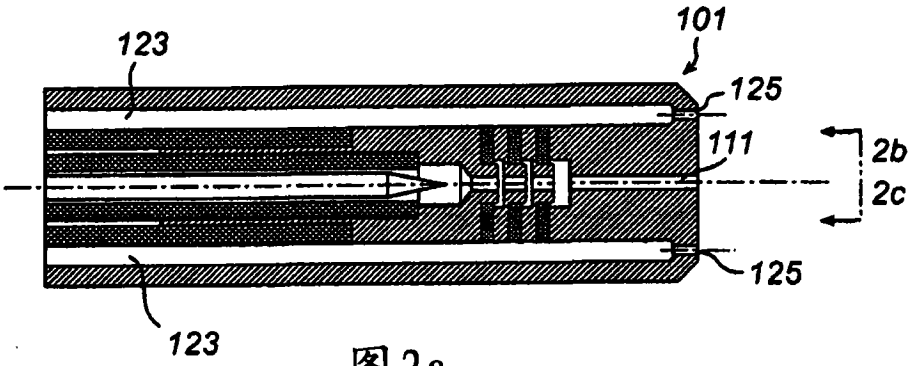


图2a

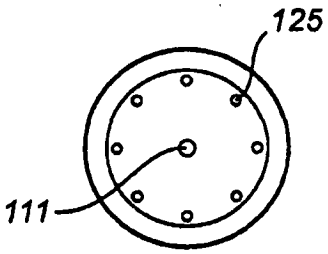


图2b

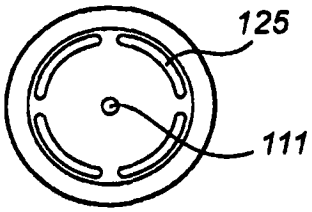


图2c

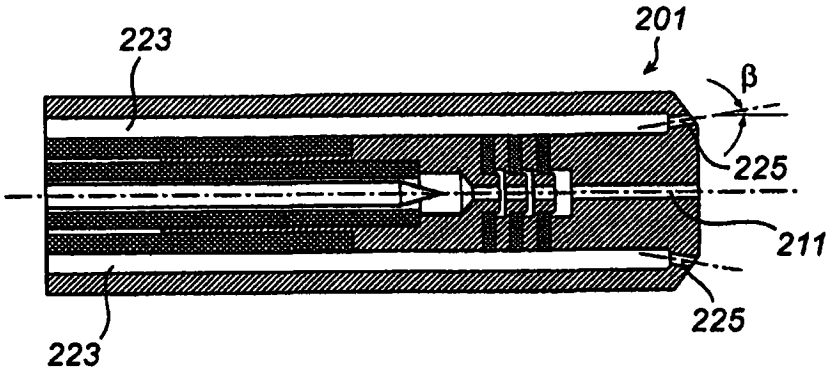


图3