



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1910968 B

(45) 授权公告日 2010. 11. 03

(21) 申请号 200580002179. 3

(22) 申请日 2005. 01. 05

(30) 优先权数据

60/536, 076 2004. 01. 13 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2006. 07. 10

(86) PCT申请的申请数据

PCT/IB2005/050047 2005. 01. 05

(87) PCT申请的公布数据

W02005/069343 EN 2005. 07. 28

(73) 专利权人 皇家飞利浦电子股份有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

(72) 发明人 Q·K·卢 A·D·考特兹 X·马

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

司 72001

代理人 廖凌玲

(51) Int. Cl.

H05G 1/04 (2006. 01)

F01P 3/00 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 2098736 U, 1992. 03. 11, 全文.

SU 890482 B, 1981. 12. 25, 全文.

US 5689542 A, 1997. 11. 18, 全文.

US 6529579 B1, 2003. 03. 04, 全文.

CN 2365757 Y, 2000. 02. 23, 全文.

审查员 曲新兴

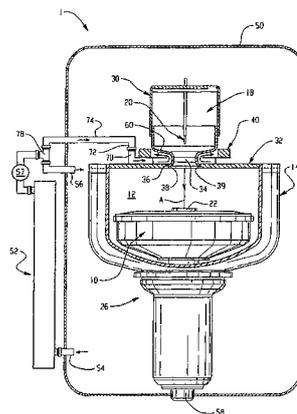
权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 7 页

(54) 发明名称

X 射线管的冷却装置和冷却方法以及 X 射线管组件

(57) 摘要

一种 X 射线管组件 (1), 包括阴极壳体 (30), 其设有连接到 X 射线管组件的框架 (14) 的颈部。阳极 (10) 位于框架形成的真空腔内。为了减少背散射电子造成的颈部过热, 冷却套管 (70, 70', 70'') 设置在阴极壳体的颈部周围。冷却流体通过入口管 (72, 72', 72'') 进入套管。套管的盖件 (110, 110', 110'') 包括形成孔 (126, 126', 126'') 的壁部 (118, 118', 118''), 孔的尺寸可容纳阴极壳体的颈部。冷却流体围绕盖件内形成的内部环形流道 (152, 152', 152'') 流动, 通过孔或相关槽离开盖件。通过这种方式, 减少了流动停滞。



1. 一种 X 射线管 (26) 的冷却机构 (70, 70<sup>`</sup>, 70<sup>``</sup>), 包括:  
流体入口 (72, 72<sup>`</sup>, 72<sup>``</sup>), 可接受相关源 (52) 提供的冷却流体;  
中空盖件 (110, 110<sup>`</sup>, 110<sup>``</sup>), 与前述入口流体连通, 所述盖件包括形成孔 (126, 126<sup>`</sup>, 126<sup>``</sup>) 的壁部 (118, 118<sup>`</sup>, 118<sup>``</sup>), 孔的尺寸可容纳所述 X 射线管的一部分从孔中穿过; 盖件的至少一部分形成内环形流道 (152, 152<sup>`</sup>, 152<sup>``</sup>), 供冷却流体围绕所述 X 射线管的该一部分循环流动; 并且所述盖件设置了至少一个流体出口 (140, 140<sup>`</sup>, 156, 156<sup>`</sup>), 冷却流体通过所述出口在围绕所述 X 射线管的该一部分的多个位置处离开盖件。
2. 根据权利要求 1 所述的冷却机构, 其特征在于, 所述流道设有第一端和第二端, 第一端与流体入口连通, 第二端位于第一端附近, 使得冷却流体基本上保持单向流动。
3. 根据权利要求 2 所述的冷却机构, 其特征在于, 挡板 (144, 144<sup>`</sup>) 间隔开所述流道的第一端和第二端。
4. 根据权利要求 3 所述的冷却机构, 其特征在于, 所述挡板 (144, 144<sup>`</sup>) 基本上是倾斜的, 基本上与所述 X 射线管的该一部分的周边相切。
5. 根据权利要求 1 所述的冷却机构, 其特征在于, 壁部 (118, 118<sup>`</sup>, 118<sup>``</sup>) 限定出多个成角度地间隔开的槽 (140, 140<sup>``</sup>), 所述槽从孔 (126, 126<sup>``</sup>) 沿径向向外延伸, 冷却流体通过槽离开盖件 (70, 70<sup>``</sup>)。
6. 根据权利要求 5 所述的冷却机构, 其特征在于, 所述槽 (140, 140<sup>``</sup>) 的间隔角度沿流体流道 (152) 减少。
7. 根据权利要求 5 所述的冷却机构, 其特征在于, 所述槽 (140, 140<sup>``</sup>) 在距所述入口最远的流体流道的端部比距所述入口 (72, 72<sup>``</sup>) 最近的流体流道的端部有更小的间隔。
8. 根据权利要求 5 所述的冷却机构, 其特征在于, 设置了至少 8 个槽。
9. 根据权利要求 1 所述的冷却机构, 其特征在于, 所述孔 (126, 126<sup>`</sup>, 126<sup>``</sup>) 在所述 X 射线管的该一部分和所述盖件的壁部 (118, 118<sup>`</sup>, 118<sup>``</sup>) 之间有间隙。
10. 根据权利要求 9 所述的冷却机构, 其特征在于, 所述间隙的宽度在流道的靠近所述入口的第一端和第二端之间增加。
11. 根据权利要求 1 所述的冷却机构, 其特征在于, 所述机构还包括:  
流体出口 (170), 位于流体入口 (72<sup>``</sup>) 和内环形流道 (152<sup>``</sup>) 之间, 以引导部分冷却流体接触 X 射线管的另一部分。
12. 根据权利要求 1 所述的冷却机构, 其特征在于, 所述机构还包括至少一个固定支架 (90, 90<sup>`</sup>, 90<sup>``</sup>, 92, 92<sup>`</sup>, 92<sup>``</sup>), 可固定冷却机构于该 X 射线管的表面。
13. 根据权利要求 1 所述的冷却机构, 其特征在于, 所述盖件 (110, 110<sup>`</sup>, 110<sup>``</sup>) 形成与所述壁部间隔开的台阶, 其形状可支承该 X 射线管的电磁线圈 (40)。
14. 根据权利要求 1 所述的冷却机构, 其特征在于, 所述盖件 (110, 110<sup>`</sup>, 110<sup>``</sup>) 在所述孔的相对端形成开口 (160), 供冷却流体接触所述 X 射线管的该一部分附近的 X 射线管的相关表面。
15. 一种 X 射线管组件 (1), 包括 X 射线管 (26) 和根据权利要求 1 的冷却机构 (70, 70<sup>`</sup>, 70<sup>``</sup>)。
16. 根据权利要求 15 所述的 X 射线管组件, 其特征在于,  
所述 X 射线管的该一部分包括 X 射线管 (26) 的阴极壳体 (30) 的颈部 (34);

所述冷却机构安装到板(32),板(32)连接到阴极壳体的颈部,所述板形成包壳(14)的壁部,包壳形成X射线管(26)的真空腔(12);并且

真空腔内安装有阳极(10),阳极(10)可绕旋转轴线旋转。

17. 一种X射线管组件,包括:

阴极壳体(30),其支承电子源(20),所述阴极壳体形成颈部(34);

框架(14),形成真空腔(12),所述框架连接到阴极壳体颈部;

阳极(10),位于真空腔内,可被电子撞击产生X射线;和

根据权利要求1的冷却机构(70,70<sup>`</sup>,70<sup>``</sup>),围绕所述阴极壳体的颈部,孔(126,126<sup>`</sup>,126<sup>``</sup>)的尺寸可容纳阴极壳体的颈部从孔中穿过,在所述盖件内形成的内部环形流道(152,152<sup>`</sup>)供冷却流体围绕阴极壳体颈部循环,盖件的孔提供了至少一个流体出口(140,140<sup>`</sup>,156,156<sup>`</sup>),冷却流体在阴极壳体的颈部周围的多个位置处通过出口离开盖件。

18. 根据权利要求17所述的组件,其特征在于,基本上所有进入流体流道(152,152<sup>`</sup>)的冷却流体通过孔离开冷却机构。

19. 根据权利要求17所述的组件,其特征在于,所述冷却机构包括基板(86,86<sup>`</sup>,86<sup>``</sup>),基板(86,86<sup>`</sup>,86<sup>``</sup>) 在孔(126,126<sup>`</sup>,126<sup>``</sup>)的相对端连接到盖件,所述基板安装到所述框架(14)。

20. 一种冷却X射线管组件(1)的颈部(34)的方法,包括:

安装根据权利要求1的冷却机构(70,70<sup>`</sup>,70<sup>``</sup>)到颈部周围;

提供冷却流体到所述冷却机构,冷却流体围绕颈部流入环形流体流道(152,152<sup>`</sup>)内,所述环形流体流道(152,152<sup>`</sup>)至少部分地由所述冷却机构所形成;和

冷却机构的冷却流体在围绕颈部的多个位置流动。

21. 根据权利要求20所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:

引导冷却流体流动,使得流道中的流体沿不定方向流动。

22. 根据权利要求20所述的方法,其特征在于,冷却机构的冷却流体在环形流道的入口端(150,150<sup>`</sup>)的流量与环形流道的终止端(154,154<sup>`</sup>)基本相同。

## X 射线管的冷却装置和冷却方法以及 X 射线管组件

### 技术领域

[0001] 本发明涉及 X 射线管技术领域。本发明发现了在冷却阴极组件的具体应用,并将参考其进行介绍。应当理解,本发明还发现了将热量传输到其他圆柱形部件或从圆柱形部件传输热量的应用。

### 背景技术

[0002] 一般地,X 射线管包括金属、陶瓷、或玻璃制成的真空包壳或框架,其支承于 X 射线管壳体内。X 射线管壳体和框架中间形成冷却油通道。通过壳体提供电连接到包壳。包壳和 X 射线管壳体分别包括互相对齐的 X 射线可穿透的窗口,使得包壳内产生的 X 射线可引导到进行检查的病人或其他物体。

[0003] 为了产生 X 射线,包壳容纳有阴极组件和阳极组件。阴极组件包括阴极丝,加热电流通过阴极丝。电流充分加热阴极丝,发射出电子云,即产生热电子发射。处于 100 到 200KV 的量级的高电势施加到阴极组件和阳极组件之间。

[0004] 该电势加速电子通过真空包壳内的真空区从阴极组件到达阳极组件。电子聚焦到阳极组件的目标靶的很小区域或焦点。带有足够能量的电子束撞击目标靶,产生 X 射线以及大量热量。产生的一部分 X 射线通过包壳和 X 射线管壳体的 X 射线可透过的窗口流向进行检查的病人或物体。

[0005] 有时使用偏转阴极结构沿与旋转阳极的圆周方向相交的方向移动或摆动电子束以及焦点。电磁偏转线圈围绕壳体的颈部,阴极丝在此连接包壳或插入框架。当电流通过线圈产生电磁场,使电子束偏转。周期性移动的焦点可减少目标靶负荷和改进 CT 成像分辨率。但是,部分的电子背散射撞击阴极壳体。阴极颈部接头的区域非常容易局部加热,该区域阴极壳体连接到插入框架的主体。阴极颈部接头的过热可使得接头损坏并使得 X 射线管的密封破坏。

[0006] 为了分散产生 X 射线期间形成的热载荷,冷却流体,如油液,通过框架上的 X 射线管壳体和阴极壳体循环流动,以帮助冷却 X 射线管的部件。背散射电子高度局部加热还造成冷却液体质量下降,最终导致 X 射线管损坏。

[0007] 为减少阴极壳体颈部附近的局部加热,希望将另外的冷却液直接施加到阴极的颈部区。但由于阴极颈部周围部件,如阴极丝偏转线圈,的高流动阻力,冷却流体难以到达颈部区域。

[0008] 克服这个问题的一个方法是在阴极颈部接头周围设置套管,套管带有入口和出口。迫使冷却流体通过入口并分出两个分流,各分流围绕颈部接头的一侧回转 180 度。分流然后混合并在相对侧的出口排出。结果是,接近入口的区域受到最充分的冷却,当流体在流向出口时容易加热。此外,流动停滞区出现在颈部附近两个分流混合处,导致该区域的接头的局部冷却很差。此外,阴极壳体的底部的冷却很差,因为这个区域缺少流动。结果是,阴极颈部接头容易出现不均匀冷却。

[0009] 本发明提供了一种新的和改进的方法和装置,可克服上面提到的问题以及其他问

题。

### 发明内容

[0010] 根据本发明的一个方面,提供了一种 X 射线管的冷却机构。该冷却机构包括:

[0011] 流体入口,可接受相关源提供的冷却流体;

[0012] 中空盖件,与所述入口流体连通,所述盖件包括形成孔的壁部,孔的尺寸可容纳所述 X 射线管的一部分从孔中穿过;盖件的至少一部分形成内环形流道,供冷却流体围绕所述 X 射线管的该一部分循环流动;并且所述盖件设置了至少一个流体出口,冷却流体通过所述出口在围绕所述 X 射线管的该一部分的多个位置处离开盖件。

[0013] 根据本发明的另一方面,设置了 X 射线管组件,其包括上面介绍的冷却机构。

[0014] 根据本发明的另一方面,提供了一种冷却 X 射线管的颈部的方法。该方法包括围绕颈部安装上面介绍的冷却机构。

[0015] 本发明的至少一个实施例的优点是阴极颈部接头的过热得到减轻。

[0016] 本发明的至少一个实施例的另一优点是延长了 X 射线管的寿命。

[0017] 另一优点是可减少过早管损坏。

[0018] 阅读和了解下面对优选实施例的详细介绍的所属领域的技术人员将了解本发明还有的其他优点。

### 附图说明

[0019] 本发明可采用各种元件形式和元件设置,和采取各种步骤和步骤的安排。附图只是用于说明优选实施例,不是用于限制本发明。

[0020] 图 1 是根据本发明的一个实施例的 X 射线管组件和冷却系统的部分切开的示意图;

[0021] 图 2 是图 1 的 X 射线管和冷却套管的透视图;

[0022] 图 3 是图 2 的冷却套管的第一实施例的放大顶视图;

[0023] 图 4 是图 3 的冷却套管的底视图;

[0024] 图 5 是图 3 的冷却套管的顶视透视图;

[0025] 图 6 是图 3 的冷却套管的底视透视图;

[0026] 图 7 是图 3 的 X 射线管框架顶部部件和冷却套管的顶视示意图,显示了流体流动的方向;

[0027] 图 8 是安装在围绕阴极壳体颈部的 X 射线管顶部的冷却套管的沿图 3 的剖面 Y-Y 的放大侧视截面图;

[0028] 图 9 是根据本发明的第二实施例的图 1 的 X 射线管顶部的冷却套管的顶视图;和

[0029] 图 10 是根据本发明的第三实施例的 X 射线管的冷却套管的顶视透视图。

### 具体实施方式

[0030] 参考图 1,医学诊断系统,如计算机辅助 X 线断层摄影术 (CT) 扫描器,的旋转阳极 X 射线管组件 1 提供 X 射线辐射束。组件 1 包括阳极 10,可旋转地固定到真空腔 12,真空腔由一般为玻璃、陶瓷和 / 或金属制成的包壳或插入框架 14 形成。阴极组件 18 提供和

聚焦电子束 A。阴极组件包括电子束源 20,如热电子发射丝。电子发射丝 20 带有相对阳极 10 的偏压,使得电子束朝阳极加速,撞击阳极的目标区 22。撞击目标区 22 的部分电子转变为 X 射线,从 X 射线管通过包壳的窗口 23 发射出(在剖开部分朝向图 1 的观看者)。X 射线用于诊断成像,治疗和类似处理。插入框架 14、阴极组件 18、和阳极 10 共同形成包括组件 1 的 X 射线管 26。

[0031] 参考图 2,阴极组件 18 包括阴极壳体或杯件 30,其容纳丝 20。壳体 30 固定到阴极板 32,其形成插入框架 14 的端壁。阴极壳体 30 在阴极板的附近变小,形成宽度缩小的环形区或颈部 34。颈部 34 的远端 36 焊接或以其他方式在颈部接头处 38 固定和密封到阴极板 32,围绕板上的开口 29,使得颈部正交于板延伸。

[0032] 阴极壳体 30 用于聚焦阴极丝 20 发射到阳极目标区 22 的焦点的电子。在一个实施例中,阴极壳体 30 具有对地大约为 -75000 伏的电势。阳极 10 的对地电势大约为 +75000 伏,两个极之间的电势差达到 150,000 伏。

[0033] 继续参考图 1,C 形的电磁偏转线圈 40 部分包围阴极壳体 30 的颈部 34 区域。通过选择性地施加电流到线圈 40,形成可偏转电子束的电磁场,使得焦点可以在阳极目标区 22 周期性移动,从而降低了焦点温度。

[0034] X 射线管壳体 50,在包壳 14 周围充有导热和电绝缘的流体,如油。冷却系统 52 接受来自壳体通过出口管路 54 输送的加热的冷却液体,并通过返回管路 56 返回冷却的冷却液体。管路 54,56 可具有柔性软管、金属管或类似管路的形式。冷却系统 52 包括泵 57 和热交换器(未显示)。当返回壳体 50 时,冷却的冷却流体流过窗口 24,流过阳极的支承组件 58,阴极组件 18,和 X 射线管 26 的其他散热元件周围。

[0035] 部分撞击阳极 10 的电子未转变成 X 射线,而是朝阴极壳体 30 背散射。背散射电子撞击阴极壳体 30,主要撞击颈部 34 的区域,对颈部加热。热量还从颈部 34 流到阴极壳体 30 的下端 60,使得下端被加热。

[0036] 冷却机构 70 具有围绕阴极壳体 30 颈部 34 的冷却套管形式。在一个实施例中,如图 1 所示,冷却套管 70 位于板 32 和偏转线圈 40 中间。冷却套管 70 包括入口管 72,冷却流体,如用于冷却壳体 50 的冷却液体,通过入口管输送到套管。冷却液体入口管 72 流体连通冷却系统 52(或独立的冷却系统),其可通过冷却套管流体管路 74 提供冷却的冷却流体到入口管 72。当 X 射线管 26 工作时,泵 57 保证套管 70 接受连续的冷却液体流。可选择 T 形连接件 78 将冷却液体分成两个流道,分别沿管路 56 和 74,使得一些冷却液体直接到达壳体 50,不通过套管。或者,省略管路 54,使所有的冷却流体首先引导到冷却套管 70,并从套管进入 X 射线管的主冷却壳体 50,或反向进行。

[0037] 冷却套管 70 可用金属、陶瓷、耐热塑料或类似材料制造,可取下地连接,焊接或以其他方式固定到基板 32。

[0038] 现在参考图 3,冷却套管 70 包括第一侧部分 80 和第二侧部分 82,安装时围绕颈部在接缝 84 互相连接或对接到一起。安装的冷却套管 70 包括一般是平面的基板 86,设置成可连接到阴极板 32。具体地,基板 86 包括一般为环形的中心区 88,第一和第二固定支架 90,92 从中心区沿相反方向延伸。中心区 88 的下表面可接触基板 32。固定支架 90,92 在其远端分别形成半圆形切口 94,96。固定支架 90,92 安装到适当定位的螺栓 98,螺栓焊接到阴极板 32,通过螺帽 100(见图 2)保持于适当位置。

[0039] 接缝 84 不必通过焊接或其他方式在两个部分 80, 82 之间形成流体密封接头, 因为接缝有少量的泄漏不会影响冷却套管 70 的有效性。一般地, 线圈 40, 与螺栓 98 和螺帽 100 配合, 足以保持两个部分 80, 82 于接缝 84 充分接触, 将接缝的泄漏减少到最少。

[0040] 如图 4 和 5 所示, 中空的盖件 110 连接到基板 86, 并从基板延伸形成环形内部空间 111, 用于冷却液体进行循环。盖件 110 形成至少一部分内部流体流道 112 (图 4 中的箭头所示), 冷却流体沿着流道流动。颈部 34 和板 32 的相邻暴露部分也部分构成流道 112。盖件 110 包括细长的入口部分 114, 其与一个固定支架 90 对准, 连接到入口管 72 的远端。入口部分 114 与下面的板 32 的暴露部分结合形成流体流道 112 的第一部分 115。

[0041] 如图 5 清楚显示, 入口部分 114 具有突起的垂直侧壁 116, 其被顶部件或顶壁 118 覆盖其上端。用语“上”和“下”和类似用语用在相对图 1 所示的 X 射线管 26 的位置。应当理解使用时, X 射线管可具有不同的方位。

[0042] 入口部分 114 连接到盖件 110 的环形中心部分 120。中心部分 120 设有台阶, 形成对偏转磁体 40 的支承面。具体地, 一般形成上和下环形同心突起部分或台阶 122, 124, 下台阶 124 具有较大内径, 支承磁体; 上台阶 122 具有另外的直径以配合磁体的内径。上台阶 122 设有中心孔 126, 最好与两个台阶同心, 其尺寸可配合颈部 34。上环形台阶 122 有垂直侧壁 128, 围绕孔从入口部分 114 的侧壁 116 延伸, 由于存在下台阶 124, 与侧壁 116 相比, 其高度降低。入口部分 114 的顶件 118 延伸越过上台阶 122 的侧壁 128, 并包括形成中心孔 126 的环形部分 130。

[0043] 下台阶包括垂直侧壁 132, 和一般为环形的支架 134 (见图 8), 其在侧壁 132 和上台阶 122 的侧壁 128 之间延伸。在所显示的实施例中, 顶部件 118, 支架 134 和基板 86 都互相平行, 并平行于板 32, 正交于侧壁 116, 128, 132, 尽管认为向内或向外弯曲或倾斜的侧壁 116, 128, 132 也可采用和 / 或支架 134 和顶部件 118 可以弯曲或倾斜, 而不非平面的。此外, 尽管显示了两个台阶 122, 124, 但认为两个台阶可结合成一个台阶, 或采用多于二个的台阶。

[0044] 再次参考图 3, 孔 126 的内径  $D$  接近或稍大于颈部 34 的直径, 以配合卡在其中的颈部。沿一定角度间隔开的槽 140 围绕孔 126 的周边 143 形成, 用作冷却液体的流体出口。槽 140 显示出切去半圆, 从孔 126 沿径向向外延伸, 尽管其他形状的槽也可以。如图 4 所示, 冷却液体在上台阶 122 绕颈部 34 流动, 通过槽 140 离开冷却套管。

[0045] 槽 140 的直径比孔 126 小很多。例如, 槽可具有的直径或宽度为大约 0.05 到 0.2 厘米, 即大约 0.1 厘米, 孔的直径  $D$  为大约 2 到 3 厘米, 取决于阴极颈部 34 的大小。阴极颈部的直径可比直径  $D$  小 0.01 到 0.3 厘米。因此, 槽 140 与孔 126 的直径比从大约 1 : 60 到大约 1 : 10。槽 140 与孔 126 的周边 142 间隔开大约 8 到 30, 最好是大约 15 到 20。至少一些槽 140 位于孔 126 的四个四分之一处, 与选择的四分之一角度位置无关。

[0046] 进入流体流道 112 的大部分或最好基本上全部的冷却流体通过孔 126 及其相关槽 140 排出冷却机构 70。冷却液体以喷射形式离开槽 140, 有助于冷却液体在颈部 34 区域的混合, 因此改进了颈部的热传递。尽管少量的冷却液体可从基板 32 周围泄漏, 或通过接缝 84 泄漏, 泄漏最好少于流入流道 112 的全部流体的大约 20%, 一般少于大约 10%。

[0047] 如图 4, 6 和 7 所示, 挡板 144 一般具有垂直壁的形式, 其安装在入口部分 144 的内部, 挡板 144 在图示实施例中是与颈部 34 的周边相切, 保证冷却流体围绕颈部 34 无方向性

地环形流动。如图 4 中的箭头所示。应当理解,在水平面(平行于板)的流体分量流过环形通道,流体的垂直分量使得液体沿向上方向移动,朝着槽 140。所显示的水平分量是逆时针的,尽管可理解,在可选实施例中,挡板设置在与图示位置转 180 度的位置,形成顺时针的流体。挡板 144 处于相切位置可减少流动阻力,可考虑采用其他的位置。

[0048] 挡板 144 沿上和下台阶 122,124 的方向延伸,下端接触或非常靠近板 32,并正交于板。挡板的上端连接到顶部件 118,其入口端连接到侧壁 116,其出口端密封地间隔开或接触颈部 34。这样可保证基本上所有的冷却液体在同一循环方向流动。在挡板 144 和板 32 或颈部 34 之间可有少量冷却液体泄漏,但这对冷却性能和循环流动没有重大影响。

[0049] 如图 4 所示,挡板 144 形成第一和第二相对的垂直侧表面 146,148。第一垂直表面 146 部分形成流体流道 112 的环形部分 152 的入口端 150,第二表面 148 形成流体流道的环形部分 152 的终端 154。因此,冷却流体围绕颈部 34 和相邻的颈部接头 38 在流体流道的环形部分 152 的开始和结束位置基本上全循环(即至少大约 80%的全循环,最好是至少 95%全循环)接触挡板 144 的侧表面 146,148。

[0050] 但是,不是所有的冷却流体完全流到流体流道的环形部分 152。当冷却液体围绕阴极壳体颈部 34 流动时,一部分冷却液体在套管 70 的顶部 118,套管和颈部之间,开始排出。大部分的冷却液体通过槽 140 排出,尽管一些流体还可通过环形间隙 156 泄漏,如果存在的话,间隙位于颈部 34 和套管孔 126 之间。如图 4 的流体箭头所示,冷却流体在多个围绕颈部 34 整个周边的角度间隔开的位置离开套管。由于套管卡接到颈部,这些位置基本是独立区域,由槽 140 形成。在套管 70 和颈部之间存在间隙 156,该区域基本是连续的,但在槽 140 具有较高的流体流量。从套管逸出的液体撞击阴极壳体 30 的下部 60,如图 1 所示,因此对颈部和阴极壳体具有过热倾向的部分进行冷却。

[0051] 流体流道部分 152 中的冷却流体的环形的通常为单向流动可保证流体中没有停滞区,停滞通常发生在使用两个流体流道时,一个流道位于颈部的一侧。结果是,减少了颈部 34 的局部过热。

[0052] 当冷却流体流出槽 140 时,套管中的其余冷却流体的压力下降,即冷却流体从流体流道部分 152 的入口端 150 到终端 154 的压力下降,终端构成流道 112 的结束。为了保持套管 70 和颈部 34 之间有相对均匀的出口流体,在颈部的整个周边上槽之间的角度间隔  $S$  逐渐减少,或朝流道 112 终端 154 的槽的尺寸增加。间隔  $S$  选择成可补偿沿流动方向的压力损失。因此,如图 3 所示,槽 140 在入口端 150 附近间隔开大约  $30^\circ$ ,但是朝向终端 154,槽变得容易结合到一起,直到基本上为连续。

[0053] 不是在阴极颈部 34 一侧排出所有的冷却液体,冷却液体从围绕颈部 34 整个周边的冷却套管 70 的顶部 118 逐渐释放。这样可减少流动停滞区,当流体从与入口排成直线的单侧出口全部(或大部分)释放时容易出现停滞区。

[0054] 在所显示的实施例中,通常为均匀的出口流体可通过增加槽的频率,或者,朝终端 154 增加槽的尺寸来实现。

[0055] 通过理论计算(即计算机模拟)预期的颈部或套管温度,冷却流体流速,或预期流动条件下的冷却流体压力,或在操作 X 射线管 26 时进行实际测量,可选择最佳间隔  $S$  和/或槽 140 的尺寸,以保持均匀的流速和/或减少颈部周边的温度变化。

[0056] 如图 4 所示,冷却流体在上台阶 122 周围和下台阶 124 周围流过。如图 8 所示,套

管形成下开口端 160, 其与下台阶 124 具有相同的内径。流过下台阶 124 的冷却流体因此接触颈部 34 的下部和颈部接头 38 区域的板 32。当冷却流体从上台阶 122 离开时, 一些下台阶 124 的冷却流体向上移动进入上台阶, 因此将热量从颈部接头 38 带走。台阶 122, 124 的尺寸允许偏转线圈 40 位于下台阶 124 的支架 134。

[0057] 尽管介绍了两个台阶, 但应理解, 支架 134 可与顶部件 118 连接, 例如, 当套管和阴极壳体的下部 60 之间距离足以使线圈 40 位于其间时。或者, 线圈可位于 X 射线管壳体的其他位置, 或者, 如果不要求焦点调节的话, 可以取消。

[0058] 在另一实施例 (未显示), 基板 86 在台阶 122, 124 中的一个或两个下面延伸, 可减少开口 160 的尺寸, 使其接近颈部的直径。

[0059] 现在参考图 9, 显示了另一实施例的冷却套管 70', 其中类似的元件的标记带有后缀', 新元件采用新标记。冷却套管 70' 类似冷却套管 70, 除非特别提示。对于冷却套管 70', 冷却流体通过入口管 72' 进入冷却套管 70', 并被挡板 144' 引导到阴极壳体的颈部 34 周围的环形流体流道 152'。但是, 在这个实施例中, 围绕颈部 34 周边 142' 的孔 126' 未与颈部 34 等距离间隔开。间隙 156' 的宽度从流道 152' 的入口端 150' 增加到出口端 154'。孔 126' 因此具有螺旋形状, 而不是环形的。可选择间隙 156' 的宽度, 使其至少部分补偿冷却流体沿流道部分的压力降。通过这样的方式, 颈部周围的温度变化最小化和 / 或颈部周围的出口流速比较均匀。

[0060] 在图 9 的实施例中, 不存在单独的槽, 因此围绕颈部 34 周边流出的冷却流体一般是不均匀的。但是, 在可选实施例中 (未显示), 类似于槽 140 的槽围绕孔 126' 设置。

[0061] 现在参考图 10, 显示了冷却套管 70'' 的另一实施例, 其中类似的元件的标记带有后缀'', 新的元件采用新标记。冷却套管 70'' 类似冷却套管 70, 除非特别提示。在这个实施例中, 冷却套管 70'' 设置了冷却机构, 可提供冷却流体到壳体 50。具体地, 出口管 170 从冷却套管的细长入口部分 114'' 延伸, 通过该出口管一部分冷却流体离开套管 70''。因此通过入口管 72'' 进入的冷却流体分为两个分流, 第一分流 174 沿入口部分 114'' 流动到流道 112 的环形部分 152'', 第二分流 176 通过出口 170 流出冷却套管, 然后到达流道 112'' 的环形部分 152''。冷却流体的第二分流 176 直接流到壳体 50, 并流过 X 射线管 26 的其他部分, 如窗口 24 和阳极支承件 58, 以冷却这些元件。当流过套管 70'' 的顶部 118'' 离开时, 流体的第一分流 174 结合第二分流 176。

[0062] 出口管 170 的内径可选择成, 能保持适当的冷却流体供应到套管 70'', 以及供应到壳体 50。例如, 入口管 72'' 的内径大于出口管 170 的内径。在一个实施例中, 入口管的内径与出口管的内径之比大约在 2 : 1 到大约 2 : 1.5。例如, 入口管的直径可以是 1.0 厘米, 出口管的直径可以是大约 0.64 厘米。在一实施例中, 通过入口管部分 114'' 的分流 174 的流速与离开出口管 170 的分流 176 的流速之比在大约 1 : 3 到大约 1 : 1.5 的范围。例如, 分流 174 的流速为大约 1.4 克 / 分钟, 而分流 176 的流速在大约 2.6 克 / 分钟。

[0063] 这个实施例的优点在于, 如果与用通过套管和阴极壳体颈部周围的冷却流体进行冷却相比, 流过 X 射线管 26 的窗口 24 的新冷却流体可提供更高水平的冷却。

[0064] 应当理解, 在另一可选实施例中, 类似套管 70' 的冷却套管可设有类似出口 170 的出口。

[0065] 在另一实施例中 (未显示), 当冷却流体离开盖件时出现压力下降的倾向可至少

部分被稳定增加盖件的环形部分的宽度抵消,宽度从流道 112 的入口端 150 增加到终端 154。这样有助于减少当冷却流体离开套管时的压力下降。在这个实施例中可以取消槽。顶部件的孔可以是圆形的,如孔 126,或是螺旋形的,如孔 126`。

[0066] 不打算限制本发明的范围,下面的示例只是证明了冷却套管的保持阴极壳体颈部均匀冷却的有效性。

[0067] 实例

[0068] 进行了计算机模拟,以得到图 10 所示的设计在图 1 的 X 射线管工作期间冷却套管的速度分布图。入口管的 ID 为 1.0 厘米,出口管的 ID 为 0.63 厘米。入口流速为 3.12 米 / 秒 (4.0 克 / 分钟),出口管流速是 2.61 克 / 分钟。围绕孔设有 17 个槽。各个槽的半径是 0.1 厘米。入口流体温度设置在 40°C,其大致上与出口分流的温度相同。

[0069] 已发现本发明的冷却系统,与带有单个与入口径向相对的出口的冷却套管相比,可改进流体分布和减少停滞。

[0070] 已经参考优选实施例对本发明进行了介绍。阅读和了解了前面详细介绍的人员可对本发明进行改进和变化。希望本发明包括所有的这些改进和变化,这些并未脱离所附权利要求或其等同体的范围。

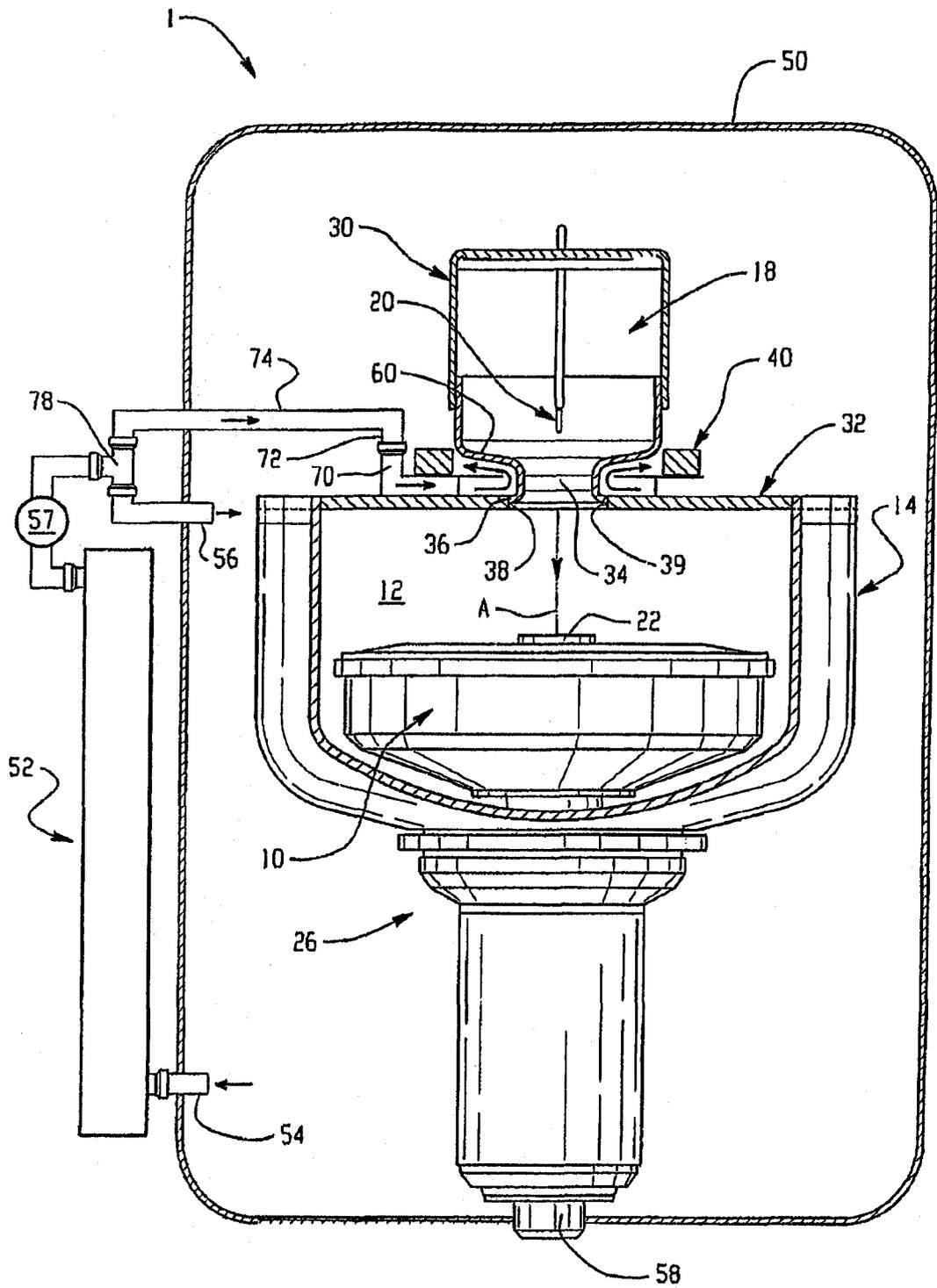


图 1

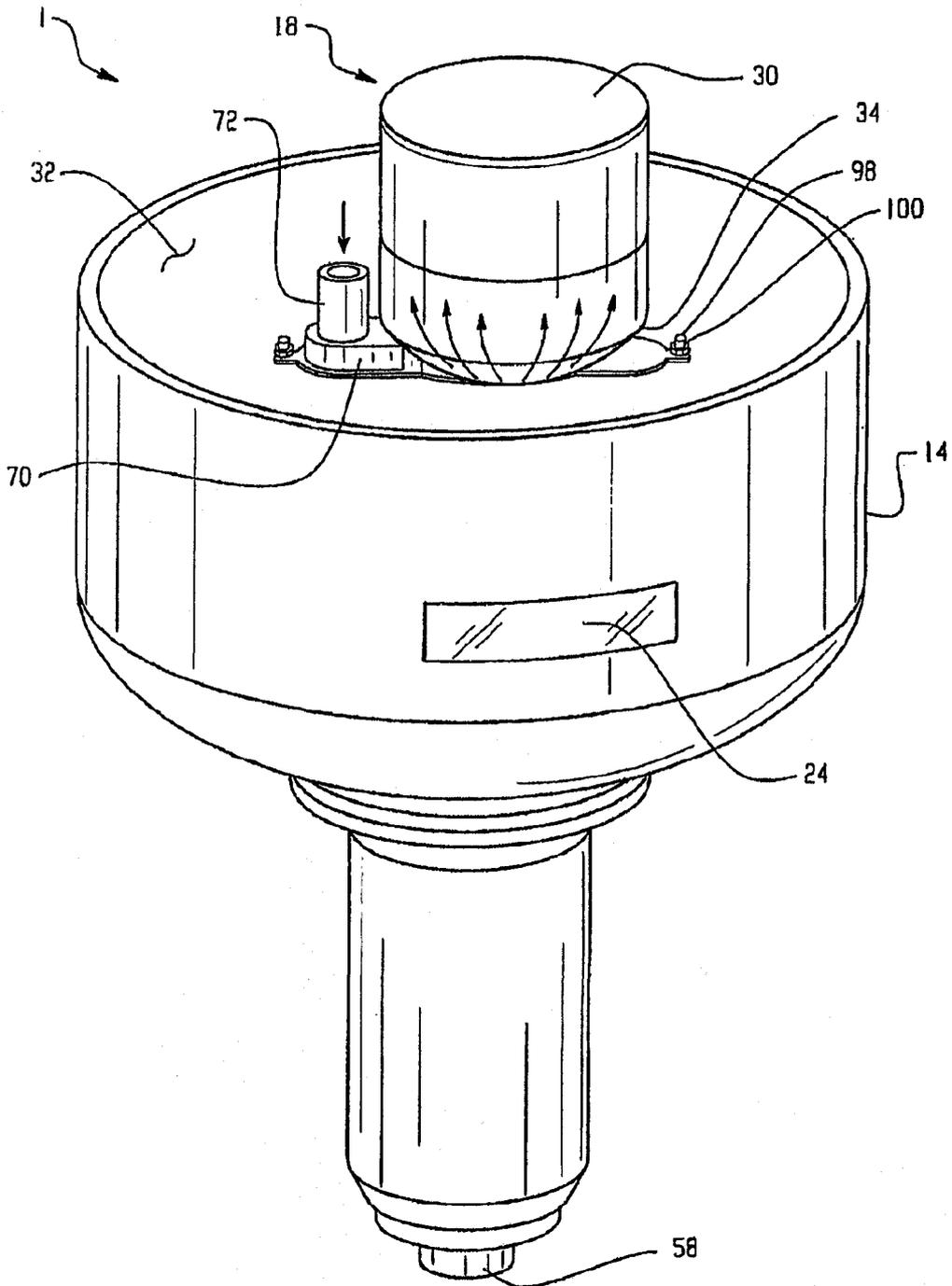


图 2

图 3

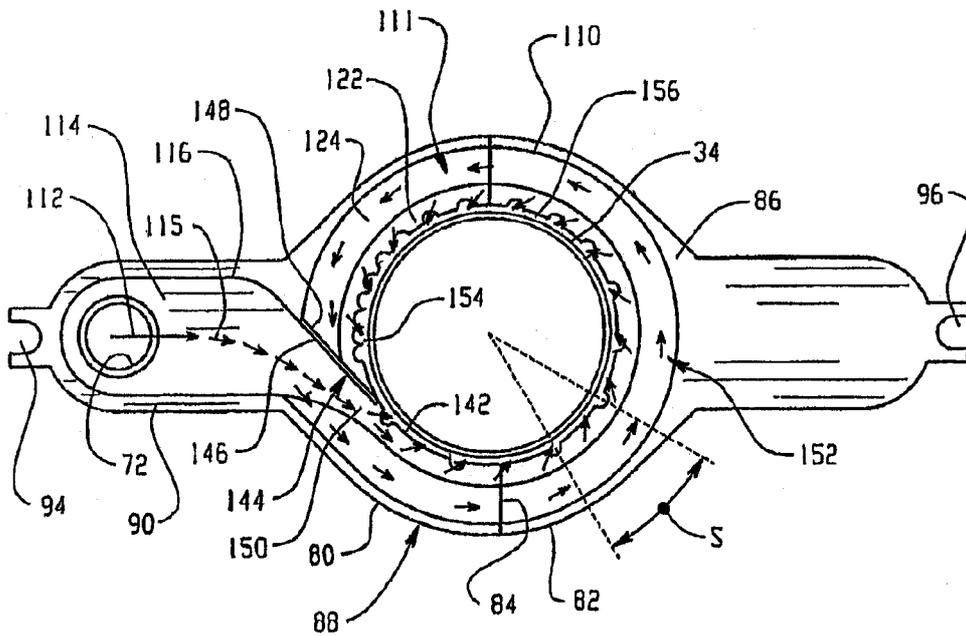
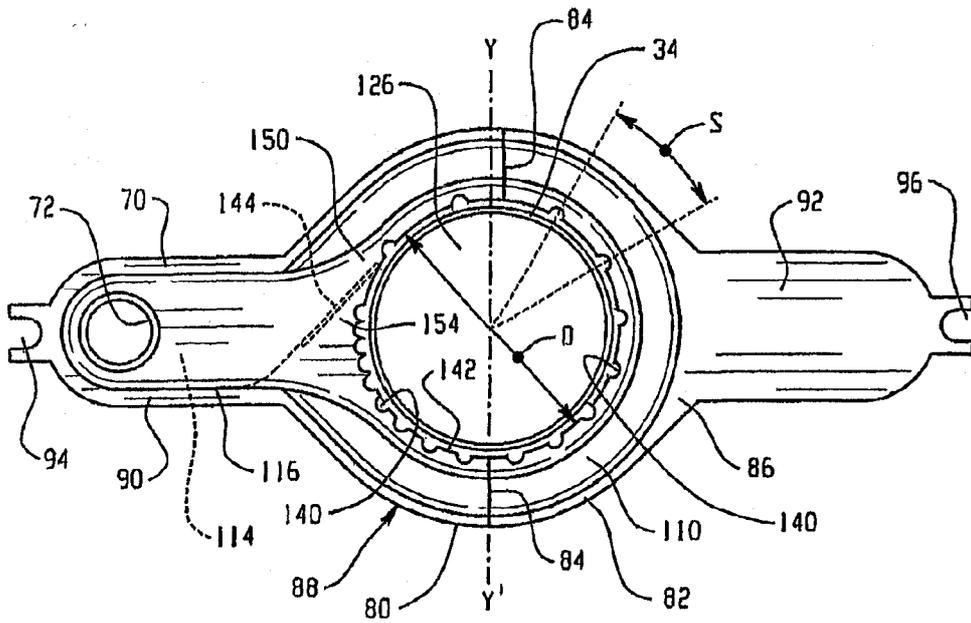


图 4

图 5

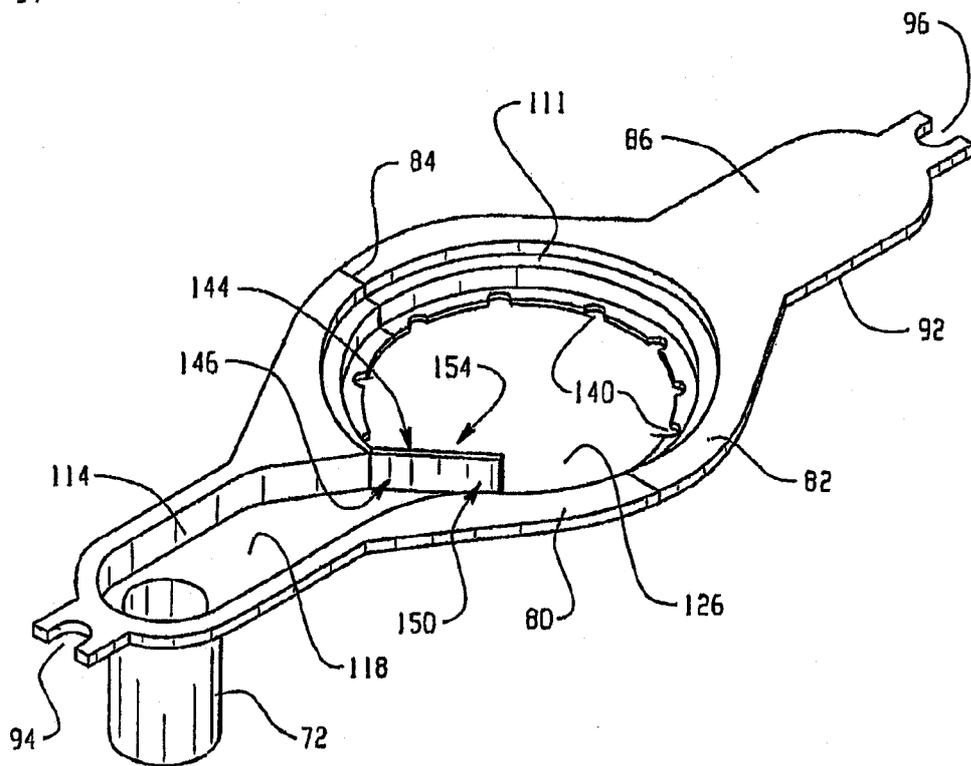
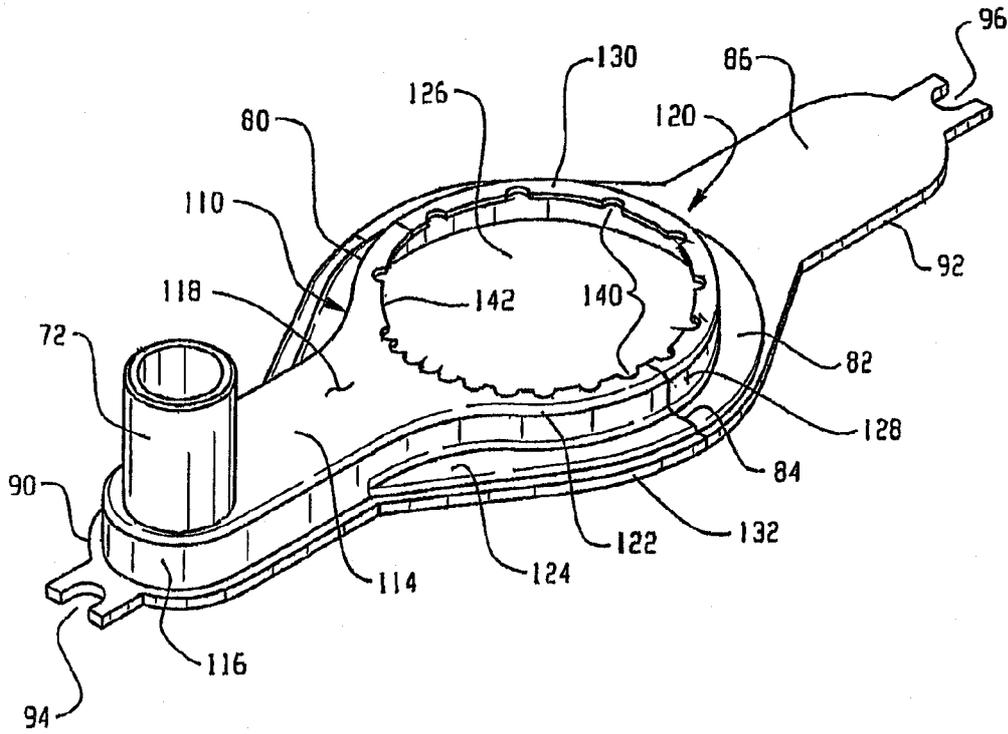


图 6

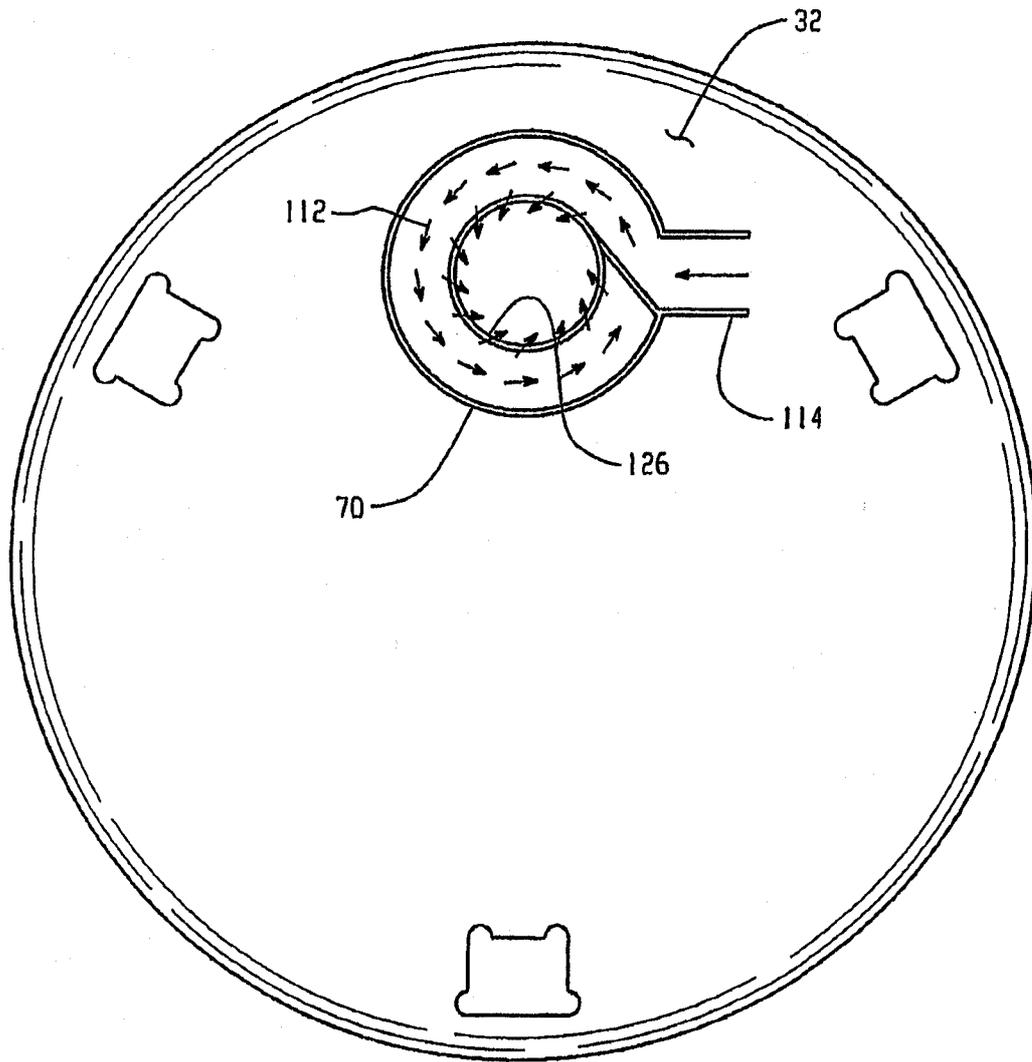


图 7



图 9

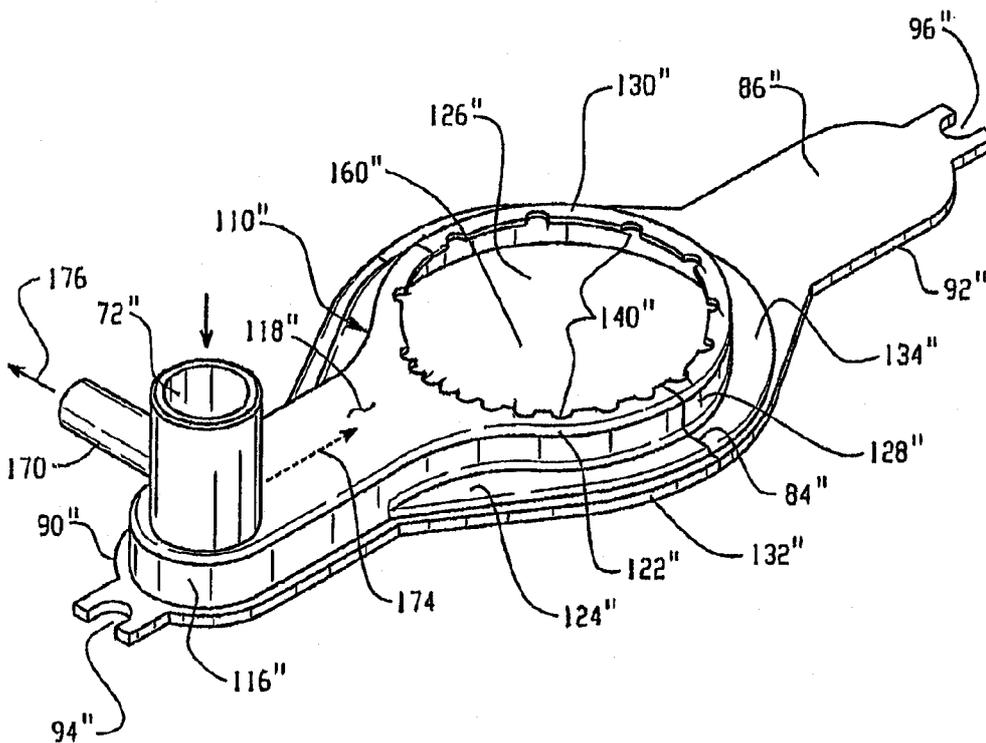
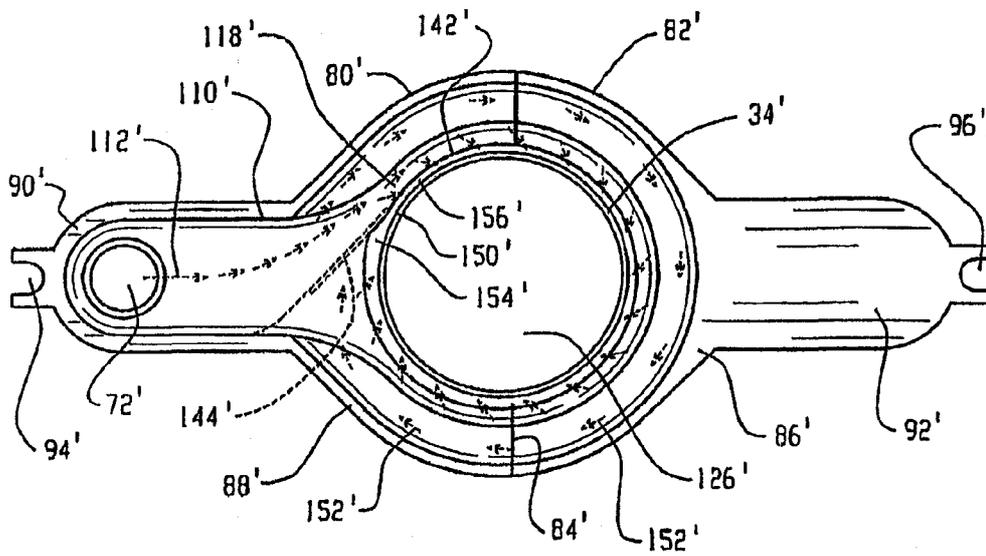


图 10