[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
H02K 3/22 (2006.01)
H02K 3/44 (2006.01)
H02K 15/00 (2006.01)
H02K 15/02 (2006.01)

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200510119497.X

[43] 公开日 2006 年 9 月 20 日

[11] 公开号 CN 1835342A

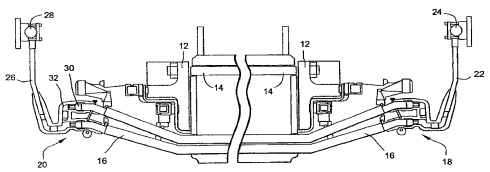
[22] 申请日 2005.11.9
[21] 申请号 200510119497.X
[30] 优先权
[32] 2004.11.9 [33] US [31] 10/983673
[71] 申请人 通用电气公司
地址 美国纽约州
[72] 发明人 W·T·马尔 R·M·卢斯特德
Y·王
[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
代理人 崔幼平
权利要求书 2 页 说明书 9 页 附图 4 页

[54] 发明名称

发电机定子条端件的粉末涂层以及涂敷该粉末涂层的方法

[57] 摘要

一种把发电机定子条(16)和接纳该定子条端部的定子条端件(18，20)密封起来的方法，其包括的步骤有：利用一铜焊材料(38)把端件(18，20)连接到定子条(16)的端部；把一粉末涂敷材料涂敷到端件(18，20)中的定子条(16)的端部；使粉末涂敷材料固化，从而在定子条(16)的端部和端件(18，20)的邻接内表面上形成一阻挡涂层(52)。



1. 一种把发电机定子条端部和用于接纳该定子条的定子条端件的连接处密封起来的方法，它包括：

利用一种焊接材料（38）把端件（18，20）连接到定子条（16）的端部；

把一种粉末涂敷材料至少涂敷到涂敷到所述定子条（16）的端部，所述定子条通过所述端件中的腔室（36）与端件相连；以及

使所述粉末涂敷材料固化，从而在所述定子条（16）的端部和所述端件的邻接内表面上形成阻挡涂层（52）。

2. 根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述固化包括对所述端件（18，20）进行加热。

3. 根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述粉末涂敷材料包括一种热固性环氧树脂。

4. 根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述涂敷包括对所述粉末涂敷材料进行静电充电，以及把所述粉末涂敷材料喷射到所述腔室（36）内。

5. 一种把定子条端部密封到定子条夹子（30）上的方法，所述夹子具有腔室（36），所述腔室用于通过开口接纳液体，并且与所述定子条（16）中的空心铜线（34）连通，以便使冷却液体能通过所述空心铜线（34）流动，所述方法包括：

把所述夹子（30）焊接到所述定子条（16）的端部；

对粉末涂敷材料进行静电充电，并且把所述粉末涂敷材料喷射到所述腔室（36）内；以及

使所述粉末涂敷材料固化，从而在端件（30）中的所述定子条（16）的端部上形成阻挡层。

6. 根据权利要求5所述的方法，其特征在于，所述固化包括对所述端件（30）进行加热。

7. 一种组件，它包括定子条端部和端件（18，20），所述端件（18，20）接纳所述定子条端部，从而形成液体基本上不能通过的密封，所述端件（18，20）具有腔室（36），所述腔室用于通过所述端件中的开口来接纳液体，所述腔室与形成所述定子条（16）的至少一部分的空心铜线（34）连通，并且所述腔室用于使液体通过

空心铜线（34）流动，其中，所述腔室（36）的至少一部分内表面具有涂敷在其表面上并在所述表面上固化的聚合物粉末层。

8. 根据权利要求7所述的方法，其特征在于，所述聚合物包括热固性环氧树脂。

9. 根据权利要求7所述的方法，其特征在于，所述聚合物层的厚度约为0.002至0.050英寸。

10. 一种对定子条夹子（30）的内部进行涂敷的方法，它包括的步骤有：使定子条夹子（30）电接地，把静电充电的粉末喷射到所述定子条夹子（30）内，以便在所述定子条夹子上形成粉末层，使所述粉末层达到预定厚度，并且使喷射涂敷在所述定子条夹子（30）上的粉末进行固化，以便在所述定子条夹子的暴露的内表面上形成基本上连续的防腐蚀层（52）。

发电机定子条端件的粉末涂层以及涂敷该粉末涂层的方法

技术领域

本发明涉及发电机定子条和它们的端部连接件之间的密封，以及涉及一种用于对定子条端件进行密封的方法，以便防止或减小因冷却水流经端件和定子条而造成的腐蚀。

背景技术

用于发电机的水冷定子条由多个小的呈矩形的实心和空心的铜线构成，这些铜线被相互铜焊在一起，从而形成一条。这些铜线的端部被铜焊（本文所指铜焊也包括焊接或钎焊）到一端件上，该端件通常被称作定子条夹子。该端件既用于定子条的电连接，又用于定子条的冷却流体连接。

空心的端件通常包括一封闭的腔室，该腔室用于定子条冷却液体的流入和流出，所述冷却液体通常是去离子水。端件的一端接纳定子条的铜线的端部。端件和定子条的周向最外的铜线被铜焊在一起。端件的另一端与一定子冷却管道相连。

多年来，液体冷却的定子条夹子经历了一些设计方面的改变。然而，所有的液体冷却的定子条夹子都含有被铜焊到空心铜线上的实心铜线。在工作期间，空心铜线用于载运水，以便对定子条进行冷却。水会腐蚀铜合金。此外，时间一长，就会在定子条端部和定子条端件之间以及在相邻的铜线之间的连接处产生泄漏。人们认为，这种泄漏机理是由于两部分腐蚀过程造成的，所述两部分腐蚀过程是在铜焊接点的内表面的铜焊合金中开始产生的。端件的腔室中的滞留的水与铜焊合金以及铜线相接触。人们认为，就是冷却剂与铜焊接点以及铜线的这种接触造成了腐蚀，进而造成了泄漏。

对冷却剂通过定子条端部连接件的泄漏进行现场修补一直是一种成功的做法。通过外部观测检查，在铜线进入端件的地方确定出泄漏位置。由于在定子条和／或端件外侧上的可以观察到的外部泄漏可能距开始泄漏的端件内部的一个位置相当远，因此，通过外部观察进行泄漏检测只是间接地表明泄漏位置。如果泄漏发生在定子条的铜线之

间，情况就更是如此了。

已经采用过一种环氧树脂阻挡层涂敷方法来作为修补和防止泄漏的方法。例如，在美国专利No.5605590中就公开了一种环氧树脂阻挡层涂敷方法，在此引用这篇文献作为参考。这种环氧树脂阻挡涂敷层被用于防止水沿着铜线束的铜焊长度上产生腐蚀作用。环氧树脂涂层是通过人工注射来形成的。在注射期间，有可能产生一些气穴和气窝。因此，这个方法需要大量的人力，并且需要100%的检测。于是，这种方法是需要大量人力的，并且需要花很长时间来完成，而且具有许多缺陷。

因此需要有一种改进的用于定子条夹子的阻挡涂敷层的涂敷方法。尤其是需要在定子条和它们的夹子之间进行防腐蚀保护。防腐蚀保护应当是可靠的，并且适用于各种形式的定子条夹子，包括适用于升起的空心铜线定子。

发明内容

在本发明的一个实施例中提出了一种粉末涂敷方法，以便对定子条夹夹子内部进行涂敷，而且与结构、铜焊合金以及实心铜线无关，并且不会阻塞空心的铜线。因此，本发明提出一种粉末涂敷方法，用于在液体冷却的定子条夹子的内表面上沉积一涂敷层。粉末涂敷层提供一防腐阻挡涂敷层，以防止水进入到易发生腐蚀的区域例如夹子与铜线的铜焊接点处。与美国专利No.5605590中的环氧树脂涂敷方法相比，这种粉末涂敷减少了对定子条夹子进行涂敷所需的人力和循环时间，改善了覆盖范围，而且不存在会阻塞空心的冷却铜线的危险；而且提高了可靠性和再现性，它与技术人员的技术水平无关，从而增大了定子条在使用过程中的可靠性。

本发明提供了一种用于把发电机定子条端部和用于接纳该定子条的定子条端件密封起来的方法，该方法包括：利用铜焊材料把端件连接到定子条的端部；通过端件中的腔室把粉末涂层材料至少涂敷到与端件相连的定子条的端部；使粉末涂敷材料进行固化，从而在定子条的端部和相邻接的端件内表面上形成一阻挡涂敷层。

本发明还提供了一种把定子条端部密封到定子条夹子上的方法，所述夹子具有一腔室，该腔室用于通过一开口接纳液体，并且与所述

定子条中的空心铜线连通，以便使冷却液体能通过空心的铜线流动，所述方法包括：把夹子铜焊到定子条的端部；对一粉末涂敷材料进行静电充电，并且把所述粉末涂敷材料喷射到所述腔室内；以及使粉末涂敷材料固化，从而在端件中的定子条的端部上形成一阻挡层。

本发明还提供了一种组件，该组件包括一定子条端部和一端件，所述端件接纳所述定子条端部，从而形成一种液体基本上不能通过的密封，所述端件具有一腔室，该腔室用于通过端件中的一开口来接纳液体，该腔室与形成所述定子条的至少一部分的空心的铜线连通，并且该腔室用于使液体通过空心的铜线流动，其中，所述腔室的至少一部分内表面具有涂敷在其表面上并在该表面上固化的聚合物粉末层。

本发明还提供了一种用于发电机定子条的端件，该端件包括：一配合外壳，该配合外壳的第一端具有一颈圈，而另一端具有一冷却流体接头，其中，所述颈圈构形成可以铜焊到定子条的一端部上；一腔室，该腔室从端件的第一端延伸到另一端；一聚合物涂敷层，该聚合物涂层位于所述腔室中的定子条的一端部上，并且在该端部和腔室的其余部分之间形成一密封。

本发明还提供了一种对定子条夹子的内部进行涂敷的方法，其包括的步骤有：使定子条夹子电接地，把静电充电的粉末喷射到定子条夹子内，以便在定子条夹子上形成一粉末层，使喷涂在定子条夹子上的粉末进行固化，以便在定子条夹子的一暴露的内表面上形成一基本上连续的防腐层。

附图说明

通过仔细研读下面对本发明的目前优选的实施例的更详细描述，并结合附图，就能更全面地理解本发明的这些目的和优点以及其它的目的和优点，在附图中：

图1是液体冷却的定子线圈结构，表示出了与入口集管和出口集管相连接的定子条和定子条夹子；

图2是沿图3中的线2-2取的定子条端部和定子条夹子的剖面图；

图3是定子条夹子内的定子条的铜线的端视图；

图4是与图2相类似的剖面图，表示出作为本发明一实施例在施加粉末涂层之后的情况。

具体实施方式

用于发电机的水冷定子条包括多个小的矩形的实心和空心的铜线或由它们构成，这些铜线彼此相互焊接（或铜焊接）起来，并且被铜焊到一端件上。该端件既用作定子条的电连接，又用于定子条的液压连接。该端件通常具有一封闭的腔室，该腔室用于冷却液体的流入和流出，冷却液通常是去离子水。端件的一端，更具体地说是定子条夹子接纳定子条的铜线的端部，该夹子和定子条的周向最外的铜线被铜焊在一起。时间一长，就会在定子条和定子条夹子之间以及在相邻的铜线之间的连接处周围产生各种泄漏。根据泄漏分析结果，人们发现，这种泄漏机理是由于腐蚀过程所造成的，这种腐蚀过程是在铜焊接点的内表面处的铜焊合金中开始的。应当理解，滞留的水与铜焊合金以及铜线的接触会造成腐蚀，进而会造成泄漏。如上所述，对泄漏进行区域修补，例如通过向定子条端部连接件涂敷环氧树脂，这只是在一定程度上是可行的。

现在来参照附图，尤其是参照图1，图中表示出了一种用于典型的液体冷却的发电机中的液体冷却的定子线圈结构。图中表示出一个定子芯，该定子芯具有定子芯法兰12和芯肋条14，定子条16穿过径向延伸的槽，并且终止于端件18和20中的两端。入口管22把入口端件18与一入口冷却剂集管24连接起来，而出口软管26把出口端件20与一出口冷却剂集管28连接起来。

每个端件包括一夹子30，该夹子是由导电材料制成的，例如由铜制成。夹子包括一本体，该本体的一端具有一笔直的开口，用于接纳定子条16。每个定子条包括多个实心的和空心的铜线32和34，这些实心的和空心的铜线分别沿着定子条的长度以并排重叠方式设置。这些铜线被相互铜焊在一起，切这些铜线的端部构成定子条的端部。

在另一端，设置有一开口，在使用过程中，该开口通常与铜管22接合，铜管22既用于电连接，又用于流动的液体冷却剂例如去离子水的液压连接，流体冷却剂流入（或流出）腔室36，该腔室36由定子条夹子30和实心的和空心的铜线的暴露端限定而成。当夹子构成一入口端件时，腔室中的液体通过空心的铜线34流入夹子30内，以便进行冷却，当夹子被用作一出口端件时，接纳来自空心铜线34的液体冷却剂，以便使冷却剂流出。

图2是一定子条和其中一个定子条夹子30的端视图。图3是定子条和它的定子条夹子端部的剖面图，示意性地表示出了粉末涂敷过程。

如上所述，这些铜线被相互铜焊在一起，并且还通过铜焊材料38铜焊到定子条夹子的内壁上。可以利用传统的高温含磷的铜焊合金例如BCuP-1或BCuP-5来铜焊这些铜线以便形成定子条，以及把定子条的端部铜焊到夹子上。通常，BCuP-5铜焊合金具有固相温度1190°F华氏度（643℃摄氏度），液相温度1475°F（802℃），铜焊范围为1300°F到1500°F(704℃至816℃)。通常,BCuP-1铜焊合金具有固相温度1310°F华氏度(710℃摄氏度)，液相温度1688°F(920℃)，铜焊范围为1454°F到1724°F（790℃至940℃）。

当定子条被铜焊到端件上时，实心的铜线32的端部与膨胀的子腔室的后壁大致齐平。另一方面，在图示实施例中，空心的铜线34的端部超出实心铜线32端部约10至500密耳（mils），并伸入到子腔室36内。

在粉末涂敷时，通过对粉末材料进行静电充电并把粉末介质喷射到部件上来施加粉末介质。然后对部件进行加热，使粉末颗粒熔化从而形成一连续的膜。用于粉末涂敷的粉末可以是热塑性粉末，这种热塑性粉末一旦加热就会再次熔化，也可以是热固性粉末，这种热固性粉末在再加热时不会再次被熔化。在采用热固性粉末的情况下，在固化过程期间，一化学交链反应在固化温度被触发，并减小化学反应，这就使得这种粉末涂层具有许多理想的性能。以与传统粉末涂敷相同的方式来涂敷的可紫外线固化的粉末涂层具有一些优点，这些优点包括固化时间较短或固化温度较低，或者两者皆有，因此，可紫外线固化的粉末被认为是传统的热固化粉末的一种合适的替代品。

合适的粉末树脂的一些例子包括环氧粉末树脂、硅树脂粉末和硅树脂杂合树脂系（硅树脂／环氧树脂和硅树脂／丙烯酸脂），在美国专利NO.6778053中公开了其中的一些例子，在此引用这篇公开文献作为参考。

作为本发明的一个实施例，包括在夹子30和定子条16之间的易腐蚀的铜焊接点的定子条夹子30的内部被涂敷粉末，以便在内表面上沉积一薄的阻挡层。这种粉末涂层提供一防腐蚀阻挡层，以便防止水进入易腐蚀区域例如夹子与铜线的铜焊接点处。

形成良好的涂层的前提条件是制备。对于不同的材料来说，制备处理是不同的。制备的目的是为了把油、灰尘和油脂除去。此外，一接地条带与设备的框架相连接，并且与终端连接件相连。

如上所述，通常利用一静电喷射枪来把粉末喷射到处于地面电位（或接地电位）的部件上。作为本发明的一实施例，利用一静电喷射涂敷系统，例如利用由Nordson Corporation，Westlake，Ohio制造的商标名为SureCoat®的手动喷射枪，向定子条夹子的内部喷涂一种热固性环氧树脂，这种热固性环氧树脂含有不同固化和流动控制试剂，所述手动喷射枪提供静电充电粉末涂敷材料，用于喷涂到接地的定子条夹子上。然而，并不是所有的粉末都利用喷射枪来喷涂。也可以采用其它的方法，例如静电通道。本发明并不局限于图中所表示出的静电喷枪50。如图2所示，通过把目标定子条夹子隔离开，所述目标定子条夹子包括位于它与定子条之间的铜焊接点，通过这种隔离就有利于进行粉末涂敷，例如，通过局部的拆除，以便能够得着远离定子条16的夹子端部。

在粉末被送到喷枪之前，粉末被流化，以便分离粉末的个体颗粒，从而改善能被施加到粉末上的静电荷，从而使这些粉末更容易地流向喷枪。通过把夹子和铜线接地，并用喷枪把带静电的环氧树脂颗粒喷射到夹子内，这些颗粒将被吸附和粘附到夹子、铜线以及它们之间的铜焊接点上。此外，静电荷能足以把带电的环氧树脂颗粒吸附到接地构件上，从而粉末将会吸引到空心铜线的所有侧边以及夹子的内表面上，于是就形成一均匀的膜。这样，粉末涂敷就不会形成气泡和气穴，而在环氧树脂注射过程会由于人的失误就会产生这种气泡和气穴。此外，涂覆的粉末被吸引到定子条和夹子的铜表面上，使得暴露的表面比先前涂敷过的区域具有更大吸引力，从而增大了形成均匀涂层的可能性。这个过程的静电特性使得能有效地利用材料，并且能提供一致的磨光特性。只要粉末上保持有一些静电，粉末就会保持在部件上。

一种传统的静电粉末喷射装置具有一高电压低安培数的粉末单元，该粉末单元向喷枪50的前方的一电极提供足够的电压，以便释放出场电荷，随着这些场电荷被推向定子条夹子／定子条的内表面，这场电荷就被施加到粉末材料上。颗粒一旦被充电，这些颗粒就被吸引到接地构件上，并且这些颗粒本身相互粘附。当施加涂层时，电压应

当足够高，以便提供相当大的沉积速度，但这个电压不能太高，以致于已经沉积在粉末上的静电荷会抵制另外的粉末。此外，流量气压应当足够高，以便提供足够的沉积速度，但不能太高，以致于使静电包层量减小。优选地是，低的雾化气压比较高的气压具有更好的覆盖范围。

粉末涂层能在一个宽的厚度范围内被涂敷。通常，对于适度的内部涂敷，最小厚度为25微米，对于外部涂敷，最小厚度为60微米。优选地是，粉末涂层厚度应约为0.002至0.050英寸，更优选地是约为0.018至0.020英寸，以便用作防水层来提供足够的保护，但是所采用的厚度既不要造成裂缝，也不要阻塞空心的铜线。

为了获得这种最终的坚固的涂层，要使粉末固化。根据所选择的具体粉末来采取相应的固化方法，例如，可以通过加热和／或通过紫外线进行固化。涂层的固化将在现场或在工厂进行。现场固化限于修理和检修工作。利用局部化方法例如热条带或利用局部加热器就能实现在现场对粉末进行加热。在可选择的方案中，可以采用紫外线固化粉末涂层，并在现场来对粉末进行固化。

在一个例子中，构件可以被加热约两个小时就使温度约至120-210℃的范围，这取决于粉末涂层的组成成分，从而，涂层将会流动和固化，以便在定子条的端部、铜焊接点处和夹子的内部形成均匀的阻挡涂层，这些阻挡涂层在液体冷却剂和铜线、施加到铜线上的铜焊合金之间用作一密封，把端件内的潜在泄漏路径密封住。为了便于获得均匀的涂层厚度，构件可以被预热到约100℃，从而一旦开始涂敷粉末，固态的环氧粉末就会产生某种程度的熔化或流动。

可以把一孔洞检测器或其它的检测仪器插入到腔室内，这样技术人员可以观察到定子条的端部和涂敷材料，以便确认涂敷材料位于子腔室的底部和定子条上，并且确认空心的铜丝端部延伸穿过涂层。这种检测可以在把涂敷材料开始涂敷到端件上时和／或在把涂敷材料已在夹子内固化之后进行。

通过这个过程，结果在夹子的内表面上，包括在铜线的暴露的端部和把铜线相互连接起来的以及把铜线连接到夹子上的铜焊材料上，形成一均匀的阻挡涂层，例如形成固化的环氧树脂的阻挡涂层，例如，如图4中的附图标记52所示。由于粉末的电荷以及通过使夹子／铜线接

地的缘故，粉末在被固化之前以基本上均匀的厚度包裹着全部表面。因此，应当知道，简单地通过喷射充电的粉末，就能在内表面上完整地装形成涂层，而且不会对空心的铜线造成阻塞。

尽管已经描述了本发明的目前被认为是最实用最优选的实施例，但是应当知道，本发明并不局限于所公开的这个实施例，相反，本发明旨在包括落入权利要求所限定的构思和范围内的各种变型和等同方案。

部件列表

法兰 12

芯肋条 14

定子条 16

端件 18，20

入口管 22

入口冷却剂集管 24

出口软管 26

出口冷却剂集管 28

夹子 30

实以的和空心的铜线 32，34

腔室 36

铜焊材料 38

端部 42

静电喷枪 50

均匀的阻挡涂层 52

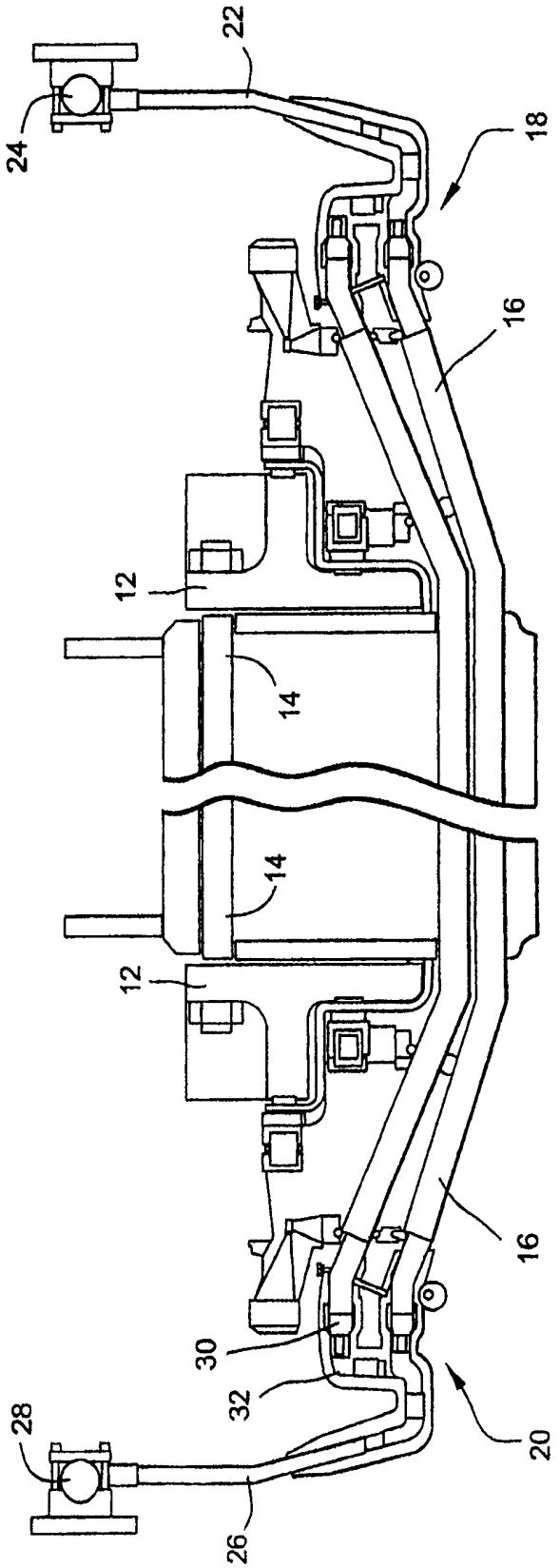


图 1

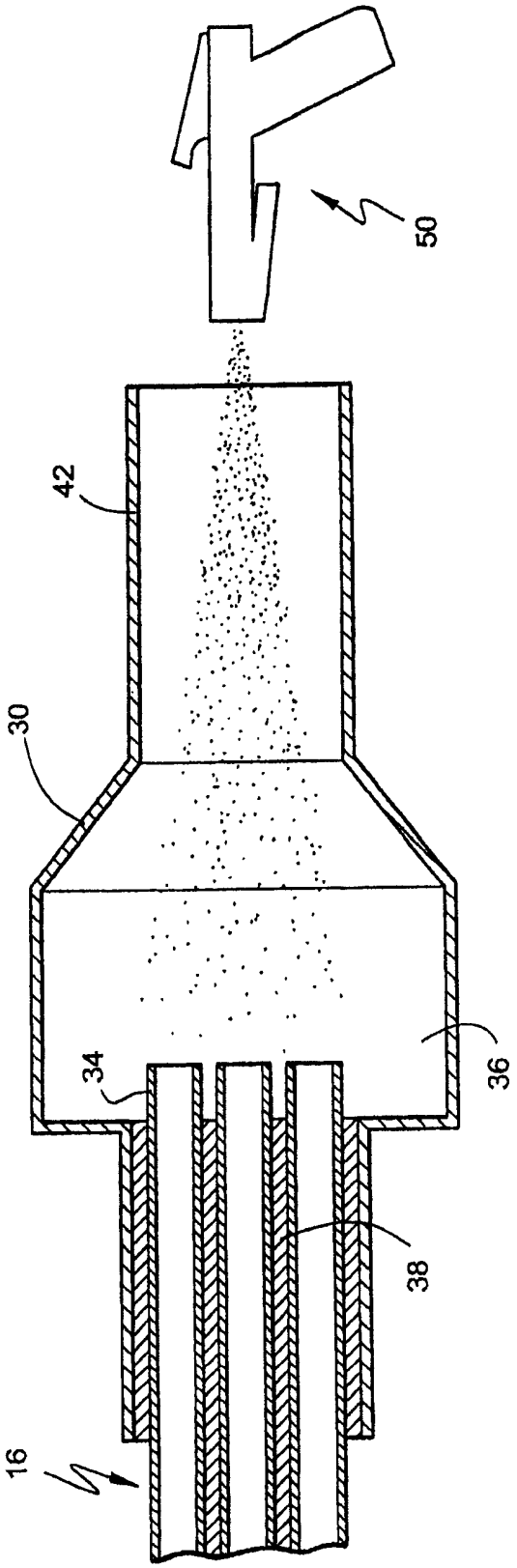


图 2

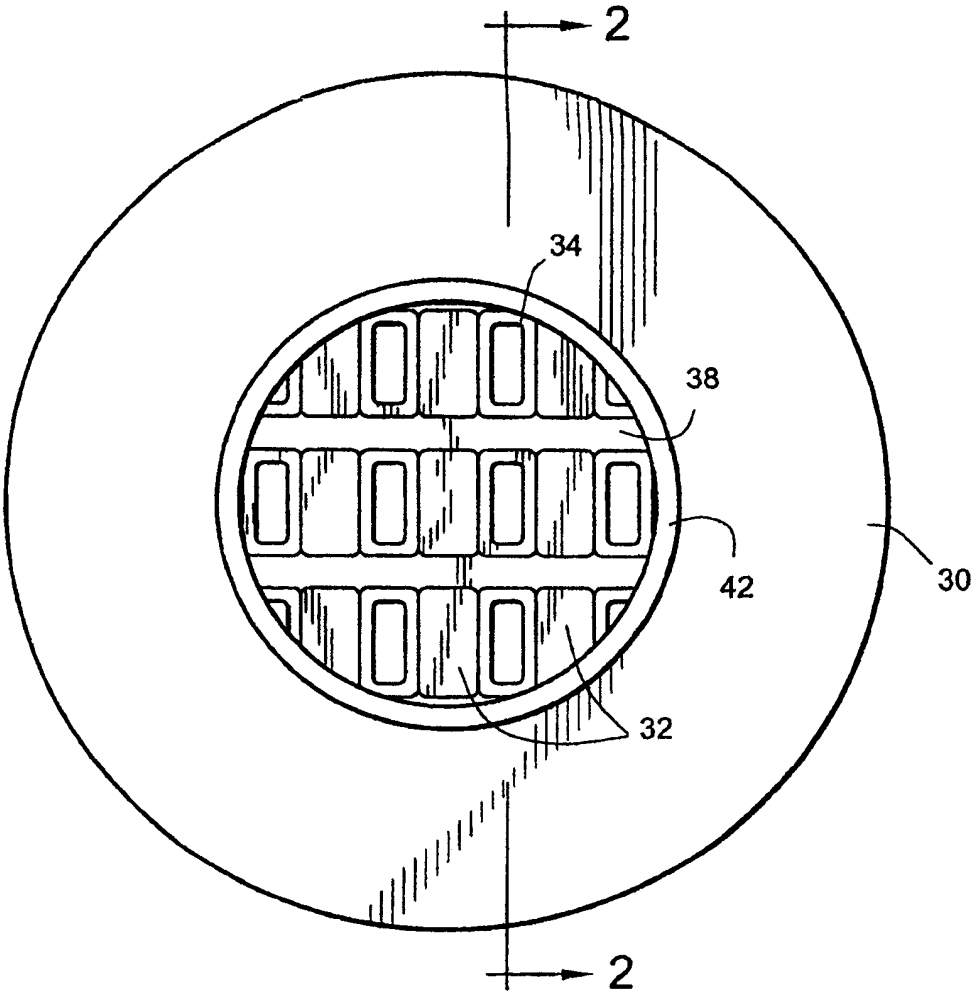


图 3

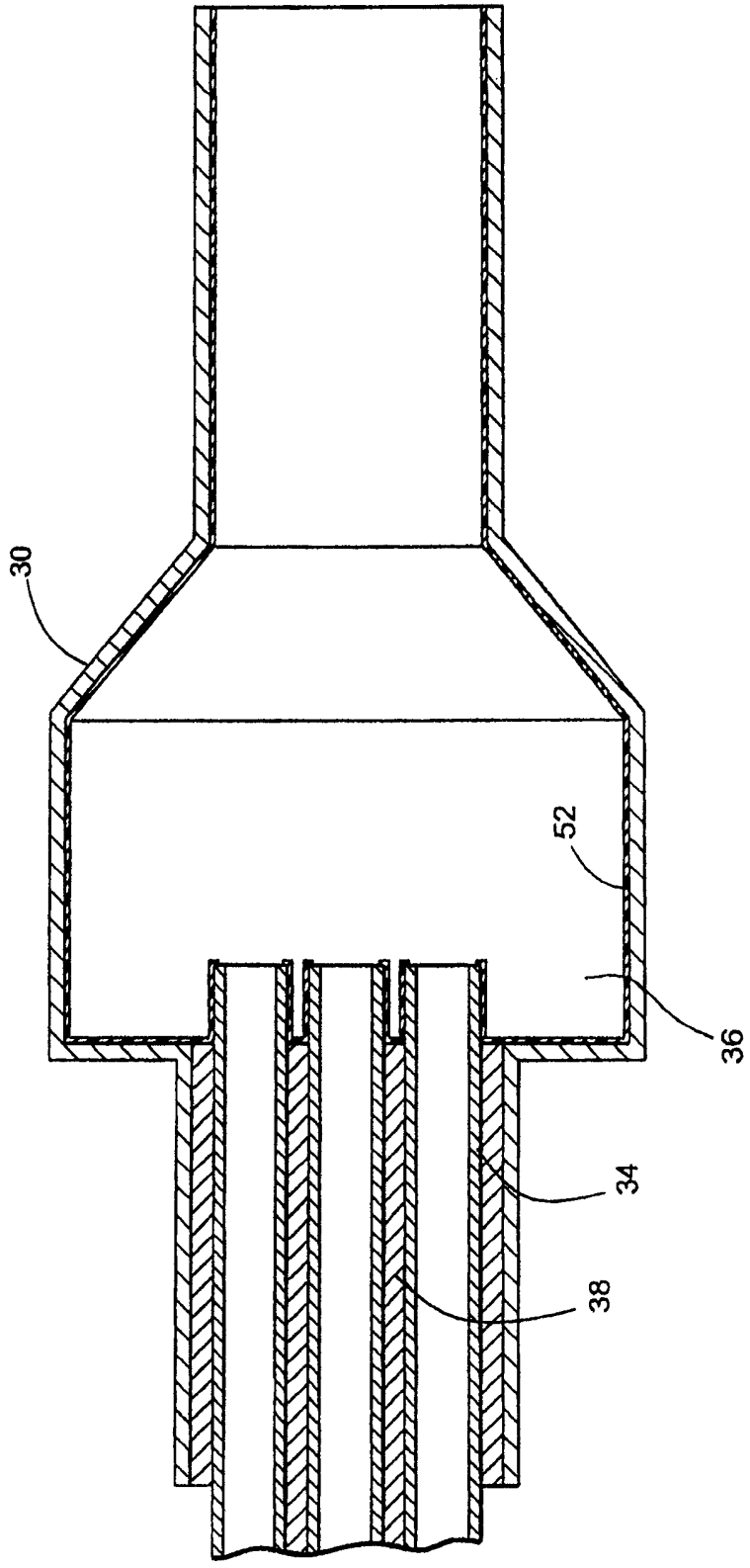


图 4