



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103502597 B

(45)授权公告日 2017.12.22

(21)申请号 201280013398.1

(22)申请日 2012.03.16

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 103502597 A

(43)申请公布日 2014.01.08

(30)优先权数据
11158782.0 2011.03.18 EP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2013.09.16

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/IB2012/051264 2012.03.16

(87)PCT国际申请的公布数据
W02012/127386 EN 2012.09.27

(73)专利权人 巴斯夫欧洲公司
地址 德国路德维希港
专利权人 弗雷德里希博伊森有限两合公司

(72)发明人 J·穆尔斯 M·盖特纳 G·德根
H·博施 R·高斯 K·斯托辛格

(74)专利代理机构 北京市中咨律师事务所
11247

代理人 刘娜 刘金辉

(51)Int.Cl.
F01N 5/02(2006.01)
H01L 35/30(2006.01)
H01L 35/32(2006.01)

(56)对比文件
US 6096966 A, 2000.08.01, 说明书第3栏第36行-第7栏第37行, 第12栏第43-50行, 第13栏第34-40行, 图1-12, 30.

US 2005217714 A1, 2005.10.06, 全文.
CN 1794557 A, 2006.06.28, 全文.
CN 1652370 A, 2005.08.10, 全文.
DE 102006057662 A1, 2008.06.12, 全文.
CN 101575998 A, 2009.11.11, 全文.
WO 2009138412 A1, 2009.11.19, 全文.

审查员 吴雨亭

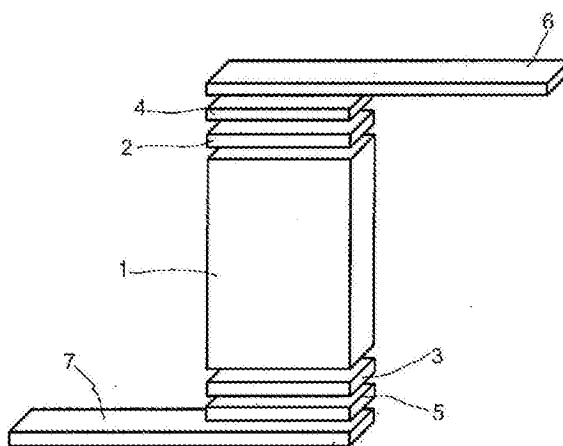
权利要求书1页 说明书4页 附图4页

(54)发明名称

具有集成热电发生器的废气线路

(57)摘要

在具有集成热电发生器的内燃机用废气线路中, 废气线路具有至少一个导管, 废气流经所述导管并且在所述导管中至少一个热电模块以热电模块的热侧与废气直接接触而热电模块的冷侧借助热传递介质冷却的方式设置。



1. 一种具有集成热电发生器的内燃机用废气线路,其中废气线路具有至少一个导管,废气流经所述导管并且在所述导管中至少一个热电模块以热电模块的热侧与废气直接接触而热电模块的冷侧借助热传递介质冷却的方式设置,其中至少一个热电模块气密并入至少一个热电模块的冷侧上的至少一个导管中,其中至少一个热电模块具有p-臂和n-臂,其电串联和热并联连接,并且其接触装置相对于热电模块的热侧和冷侧上的载板放置,其中废气流动直接冲击在热电模块的热侧上的载板上,其中所述载板使热电模块的结构具有稳定性并确保在全部臂上具有热耦合,其中施加保护免受过度温度的额外保护层至这些载板。

2. 根据权利要求1的废气线路,其中废气流经的至少一个导管具有矩形或梯形横截面,具有基本上平坦的侧壁,其中热电发生器集成到一个或多个平坦的侧壁中。

3. 根据权利要求2的废气线路,其中热电模块集成到导管两个相对的侧壁中。

4. 根据权利要求1-3中任一项的废气线路,其中至少一个导管具有配件,其改进废气向至少一个热电模块的迎面流动。

5. 根据权利要求1-3中任一项的废气线路,其中多个热电模块在热电发生器中在一个平面中前后存在和/或彼此相邻。

6. 根据权利要求1-3中任一项的废气线路,其中废气线路安装在机动车辆中。

7. 根据权利要求1-3中任一项的废气线路在由废气热发电中的用途。

具有集成热电发生器的废气线路

[0001] 本发明涉及一种用于具有集成热电发生器的内燃机的废气线路(exhaust train)及其在由废气热发电中的用途。

[0002] 热电发生器和Peltier装置本身是长久已知的。在一侧被加热且在另一侧被冷却的p-和n-掺杂半导体通过外部回路带电荷,允许在回路中在负荷下进行电功。此处将热转化成电能的效率在热力学上受Carnot效率限制。因此,(1000-400):1000=60%的效率在热侧1000K和“冷”侧400K的温度下是可能的。然而,迄今仅可以实现至多6%的效率。

[0003] 如果另一方面将直流电施加至该类装置,则热从一侧传递至另一侧。该类Peltier装置以热泵操作并且由此适用于冷却设备组件、交通方式或建筑物。相比于常规加热方法,借助Peltier原理加热也是更有利的,因为总是比所供应的能当量传递更多的热。

[0004] 当前,热电发生器用于航天探测器中以产生直流电,用于管线的阴极腐蚀保护,用于向光和无线电浮标或灯塔供应能量和用于操作收音机和电视机。热电发生器的优点在于其极度可靠性。因此它们不依赖大气条件如大气湿度而操作;不存在材料的缺陷倾向转移(fault-prone transfer),而是仅存在电荷转移。

[0005] 热电模块包含p-臂和n-臂,其电串联和热并联连接。图2示出一个该模块。

[0006] 经典结构包含两个载板,优选陶瓷板,其间交替地施加各个臂。每种情况下两个臂通过端面以导电方式接触。

[0007] 除了导电接触装置之外,通常将各种额外层施加至实际材料,这些层充当保护层或焊料层。然而,最终通过金属桥建立两个臂之间的电接触。

[0008] 接触装置为热电组件的重要元件。接触装置表示在组件“心脏”处的材料(负责组件的所需热电效应)和“外部世界”之间的物理连接。该类接触的结构示意性地示于图1中,并且热电模块的结构示于图2中。

[0009] 在组件内的热电材料1确保组件的实际效应。这为热电臂。存在穿过材料1的电流流动和热流动以使其能够在整个结构中发挥作用。

[0010] 材料1与至少两侧上的馈线6和7通过接触4和5连接。这里,层2和3意欲代表在材料1与接触4和5之间可能需要的一个或多个中间层(阻挡材料、焊料、助粘剂等)。然而,各自成对联合的段2/3、4/5、6/7不一定相同。这最终同样取决于特定结构和应用,如穿过该结构的电流流动方向和热流动方向那样。

[0011] 接触4和5发挥重要作用。这些提供材料和馈线之间的紧密接触。如果接触差,则严重损失在此处存在并且可严重限制组件功率。为此,在实践中臂和接触通常压在材料上。接触经受严重的机械负荷。只要涉及较高(或实际上较低)温度和/或热循环,这些机械负荷就甚至进一步提高。掺入组件中的材料的热膨胀导致机械应力,其在极端情况下由于接触断裂而导致组件故障。

[0012] 为了防止该情况,所用接触必须具有一定柔韧性和弹簧性质以允许补偿该热应力。

[0013] 为了使整个结构具有稳定性并确保在全部臂上具有必要的热耦合,所述热耦合应尽可能均匀,需要图2所示的那类载板。为此,通常使用陶瓷,例如包含 Al_2O_3 、 SiO_2 或 AlN 的氧

化物或氮化物的陶瓷。

[0014] 关于使用经典结构通常存在限制,因为仅总是平的表面可与热电模块接触。为了确保足够的热流动,模块表面与热源/受热器之间的紧密接触是必不可少的。

[0015] 当前,尝试着在汽车如客车和卡车的废气线路或废气再循环系统中提供热电模块以由废气的某些热获得电能。在该情况下,热电元件的热侧与废气或废气管连接,而冷侧与冷却系统连接。可产生的功率量取决于废气温度和从废气至热电材料的热流动。为了使热流动最大化,通常在废气管中安装配件。然而,这些经受限制,因为例如安装换热器通常导致废气中压力损失,又导致内燃机消耗增加,有些不能容忍。

[0016] 在实践中,热电发生器通常安装在废气催化转化器后面的废气线路中。与废气催化转化器中压力损失一起,这通常导致过度压力损失,由此在废气线路中不提供导热配件,而是热电模块相对于废气管外侧放置。为此,通常需要使废气管具有有角横截面,由此使平面外表面能够与热电材料紧密接触。然而,迄今热传递不是十分令人满意。

[0017] 本发明目的为在内燃机用废气线路中设置热电发生器,意图为在操作热电发生器期间应存在尽可能大的温差。意图尤其为改进从废气至热电发生器的热传递。

[0018] 根据本发明,该目的通过具有集成热电发生器的内燃机用废气线路实现,其中废气线路具有至少一个导管,废气流经所述导管并且在所述导管中至少一个热电模块以热电模块的热侧与废气直接接触而热电模块的冷侧借助热传递介质冷却的方式设置。

[0019] 至少一个热电模块优选具有p-臂和n-臂,其电串联和热并联连接,并且其接触装置相对于热电模块的热侧和冷侧上的载板放置,其中废气流动直接冲击在热电模块的热侧上的载板上。

[0020] 在热侧从废气至热电模块和在冷侧从热电模块至冷却介质的热传递对于为热电模块提供尽可能大的温差是关键。

[0021] 因此,本发明广义上涉及通过热电发生器将热能直接转化成电能的废气热利用。热电发生器由热源(废气)、热电有源模块和受热器(冷却介质)组成。对于大的电能产出,由此需要热源和受热器之间尽可能大的温差以及具有高效率的热电模块。

[0022] 本发明涉及具有从废气至热电模块的改进热传递的热电发生器,其中改进通过将热电有源元件和/或必要接触和绝缘层直接放置在载有废气的导管中而实现。

[0023] 本发明废气线路可具有小孔,热电模块以包封形式插入其中,由此确保包封的热电模块与废气直接接触。所用包封的热电模块相对于其冷侧上的废气线路气密安装。

[0024] 如说明书引言所述和如图1和2所示构造热电模块。

[0025] 由于热电模块的热侧与废气直接接触这一事实,使在热电模块的热侧上的热传递损失最小化。相反,在迄今已知的实施方案中的热电模块放置在废气管外侧,由此显著损害热传递。

[0026] 热电模块通常在表面具有载板或绝缘板,以使热电模块的结构具有稳定性并确保在全部臂上具有必要的热耦合,所述热耦合应尽可能均匀。

[0027] 根据本发明,可以施加额外保护层至这些载板,只要它们不显著妨碍从废气至热电模块的热传递。例如可提供薄片金属层组成的覆盖物。

[0028] 根据本发明,术语“废气线路”用于意指内燃机的废气管路区段。然而,废气线路也可为从内燃机汽缸出口开始至废气管末端的整个部分。例如可在废气线路中额外提供废气

催化转化器和其他配件如废气涡轮增压器或微粒过滤器。本发明废气线路与内燃机出口尽可能紧密地设置以允许热电材料中高温差。沿着废气线路的实际定位可取决于相应热电材料的稳定性和操作条件。

[0029] 本发明废气线路具有至少一个导管，废气流经所述导管并且热电模块设置在所述导管中。例如，废气可在许多导管之间分配，在每个导管中集成有热电模块。设置在相邻导管中的热电模块可例如与热传递介质在冷侧上具有共用接触。

[0030] 在该设置中，导管可具有任意合适的横截面和纵截面。废气流经的至少一个导管优选具有矩形或梯形横截面，具有基本上平坦的侧壁，其中热电发生器集成到一个或多个平坦的侧壁中。例如，热电模块可集成到导管两个相对的侧壁中。在其中集成有热电模块的区域中，废气线路优选具有基本上平坦化的立方体形状，其中热电模块或发生器设置在立方体的平坦侧，即具有最大表面积的那些侧。

[0031] 根据本发明，在废气线路中优选设置3-100个热电模块。在相应废气导管中存在优选2-10，特别优选3-5个热电模块层。

[0032] 优选其中在一个热电发生器中一起使用和连接多个相同设计的热电模块的模块构造。

[0033] 载有废气的导管优选充当热电有源元件及其必要绝缘和接触层用直接载体。这使得可以省却放置在气体导管上的单独包装的热电模块。

[0034] 根据本发明，在废气导管和热电有源元件之间无需气密包装热电模块用任何层，其会抑制热流动。至少一个热电模块优选气密并入至少一个热电模块的冷侧上的至少一个导管中。就“冷”侧和相邻元件而言热电有源元件的包装和气密密封由此借助朝热侧开口的覆盖物实现。废气可由此不受阻碍地与热电模块或材料的热侧接触。

[0035] 废气流经的废气线路或导管可由任何合适材料构成。气体导管优选由片状金属、浇铸材料、机械加工疏松材料或可作为耐高温的固体获得的某些其他疏松材料构成。

[0036] 每个气体导管优选具有矩形或梯形横截面和相同构造的纵截面。

[0037] 电有源元件可在由深冲金属片制成的朝热侧开口的包装中提供，并且朝热侧开口的包装可通过焊接、钎焊、烧结、粘合剂粘合或以某些其他方式实现的材料结合而相对于气体导管气密密封。

[0038] 根据本发明，至少一个导管可具有配件，其改进废气向至少一个热电模块的迎面流动 (approach flow)。然而，导管中的压力损失不应通过该类配件而显著提高。流经本发明废气线路或本发明导管的废气，更特别是来自内燃机的废气的压力损失应不超过100毫巴，尤其是50毫巴。该压力损失不导致内燃机燃料消耗增加。

[0039] 多个热电模块可在热电发生器中在一个平面中前后存在和/或彼此相邻。

[0040] 此外，可在热电模块上提供保护免受过度温度的保护层。也称为“相变层”的该层优选由无机金属盐或熔点为250-1700℃的金属合金构成。合适的金属盐为锂、钠、钾、铷、铯、镁、钙、锶和钡的氟化物、氯化物、溴化物、碘化物、硫酸盐、硝酸盐、碳酸盐、铬酸盐、钼酸盐、钒酸盐和钨酸盐。形成二元或三元低共熔混合物的该类合适盐的混合物优选用作材料。它们也可形成四元或五元低共熔混合物。

[0041] 作为替代的相变材料，可以使用形成二元、三元、四元或五元低共熔混合物的金属合金及其组合，从金属如锌、镁、铝、铜、钙、硅、磷和锑开始。金属合金的熔点应为200-1800

°C。

[0042] 热电模块可包封有保护层,尤其是当使用金属如镍、钴、钛、银和铁时或当使用基于镍、铬、铁、钴和/或钛的合金时。

[0043] 一个或多个本发明热电模块可集成到内燃机废气线路中,例如串联连接。就此而言还可以将热电模块与不同的热电材料组合。通常可使用适用于来自内燃机的废气的温度范围的任何合适热电材料。合适热电材料的实例为方钴矿,例如 CoSb_3 、 RuPdSb_6 、 TX_6 ,其中 $T=\text{Co}$ 、 Rh 、 Ir 且 $X=\text{P}$ 、 As 、 Sb ; $\text{X}_2\text{Y}_8\text{Z}_{24}$,其中 $X=\text{镧系元素}$ 、 铈系元素 、 碱土金属 、 碱金属 、 Th 、 第IV族元素 ;半赫斯勒化合物如 TiNiSn 、 HfPdSn 和金属间合金;包合物如 Zn_4Sb_3 、 $\text{Sr}_8\text{Ga}_{16}\text{Ge}_{30}$ 、 $\text{Cs}_8\text{Sn}_{44}$ 、 Co_4TeSb_4 ;氧化物如 Na_xCoO_2 、 CaCo_4O_9 、 $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{Co}_2\text{O}_y\text{Sr}_2\text{TiO}_4$ 、 $\text{Sr}_3\text{Ti}_2\text{O}_7$ 、 $\text{Sr}_4\text{Ti}_3\text{O}_{10}$ 、 $\text{R}_{1-x}\text{M}_x\text{CoO}_3$,其中 $R=\text{稀土金属}$ 且 $M=\text{碱土金属}$; $\text{Sr}_{n+1}\text{Ti}_n\text{O}_{3n+1}$,其中 n 为整数; $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$;硅化物如 FeSi_2 、 Mg_2Si 、 $\text{Mn}_{15}\text{Si}_{26}$;硼化物如 B_4C 、 CaB_6 ; Bi_2Ce_3 及其衍生物、 PbCe 及其衍生物、铋化物如铋化锌,和Zintl相如 $\text{Yb}_{14}\text{MnSb}_4$ 。

[0044] 本发明废气线路优选安装在机动车辆中。在该情况下,废气线路主要用于由废气热发电。

[0045] 本发明废气线路具有的优点尤其在于废气与热电模块之间的热传递损失最小化,由此能够改进发电效率。

[0046] 在附图中更详细地阐述本发明废气线路的示例性实施方案。

实施例

[0047] 本发明废气线路或废气导管的实例示于附图3-5中。

[0048] 图3显示出穿过具有两个废气导管(20a、20b)的层状设置的本发明废气线路的示意性横截面。热电模块(21a...n)直接施加其上并且借助设置在下流的连接的冷却板(23a、23b、23c),这些又用于消散由废气导管引入的热和维持横过热电模块尽可能大的温度梯度。

[0049] 由附图明显可见,热电模块(21a...n)在热侧与废气导管(20a、20b)中的废气直接接触,而热电模块的冷侧借助热传递介质(冷却板22a、22b、22c)冷却。

[0050] 可由图3看出,在每个废气导管上下提供5个连续热电模块。冷却板与冷却介质接触,冷却介质经由图3左侧示出的连接流入和流出。

[0051] 图4显示出从图3中示意性示出的该类废气线路上方观察的斜视图。位于热绝缘后面的冷却板(22a...c)和热电模块(21a...n)是明显的。

[0052] 可在上部冷却板上方看到热电模块用电连接。

[0053] 图5显示出本发明废气导管(20a/b)用测量结构,其在两侧安装有模块(21a...n)。示出10个具有其电输入和输出的热电模块。

[0054] 在所示出的废气线路中,废气与热电模块之间的热传递损失最小化,由此改进发电效率。

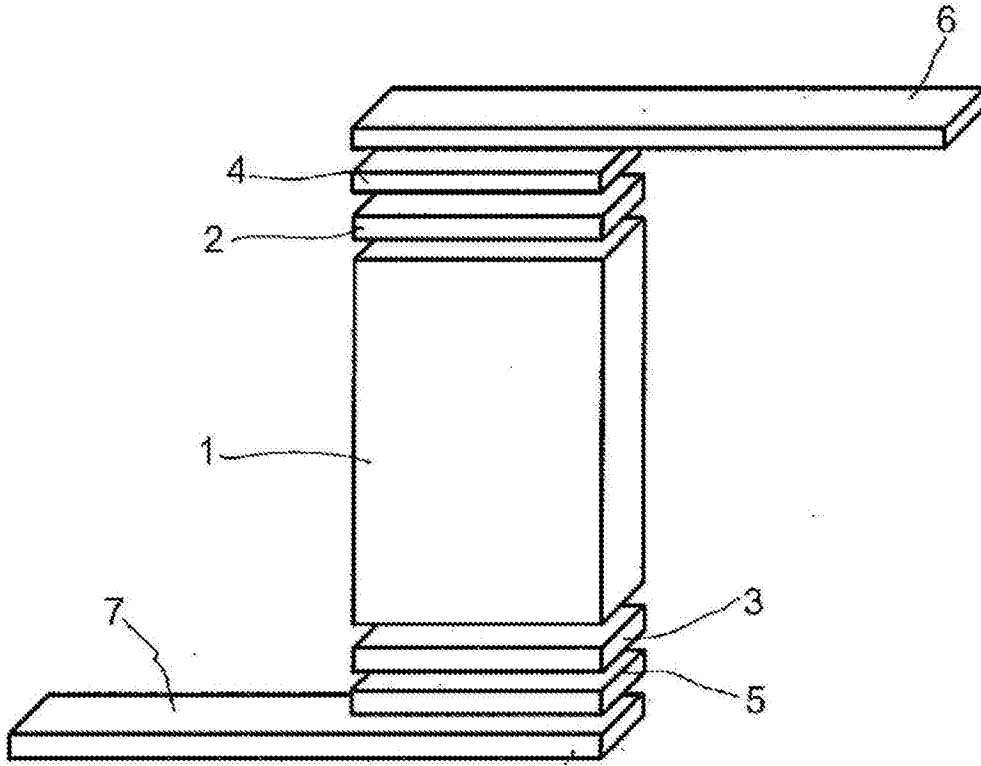


图1

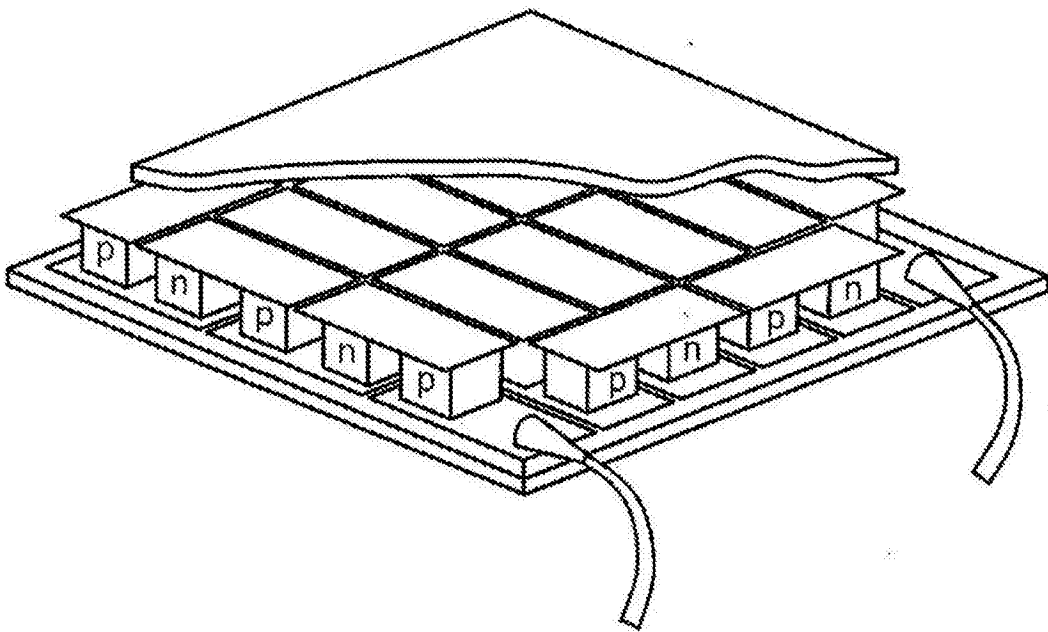


图2

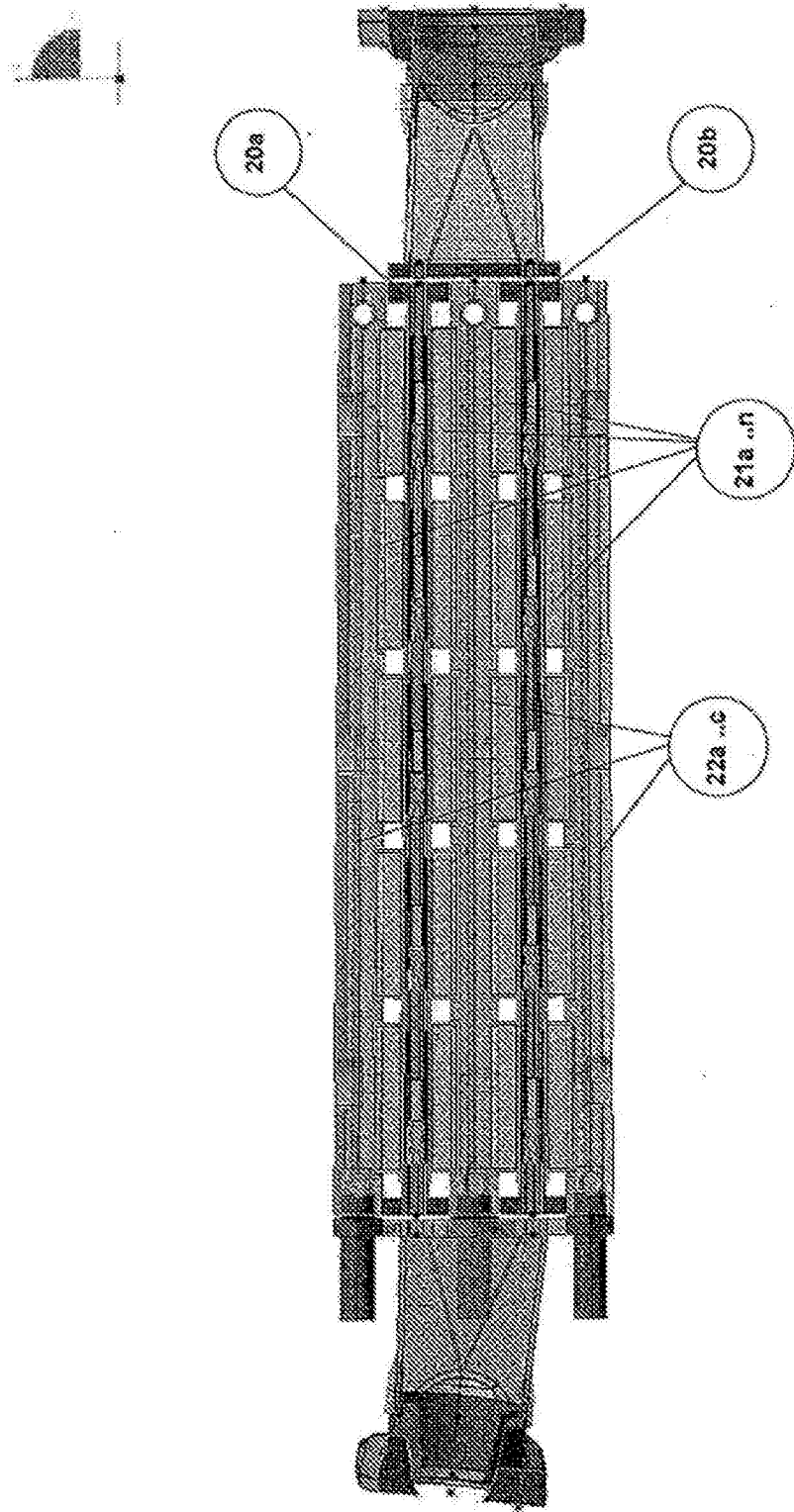


图3

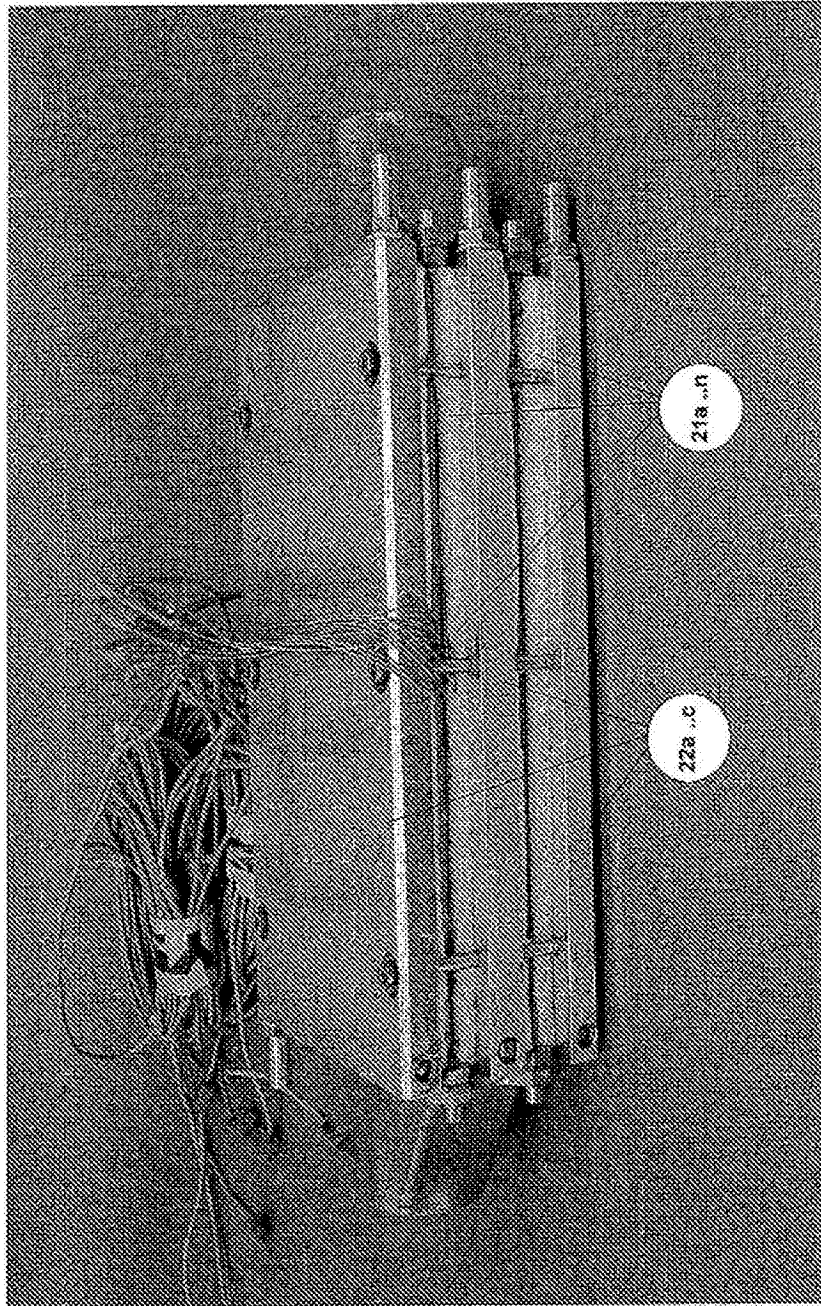


图4

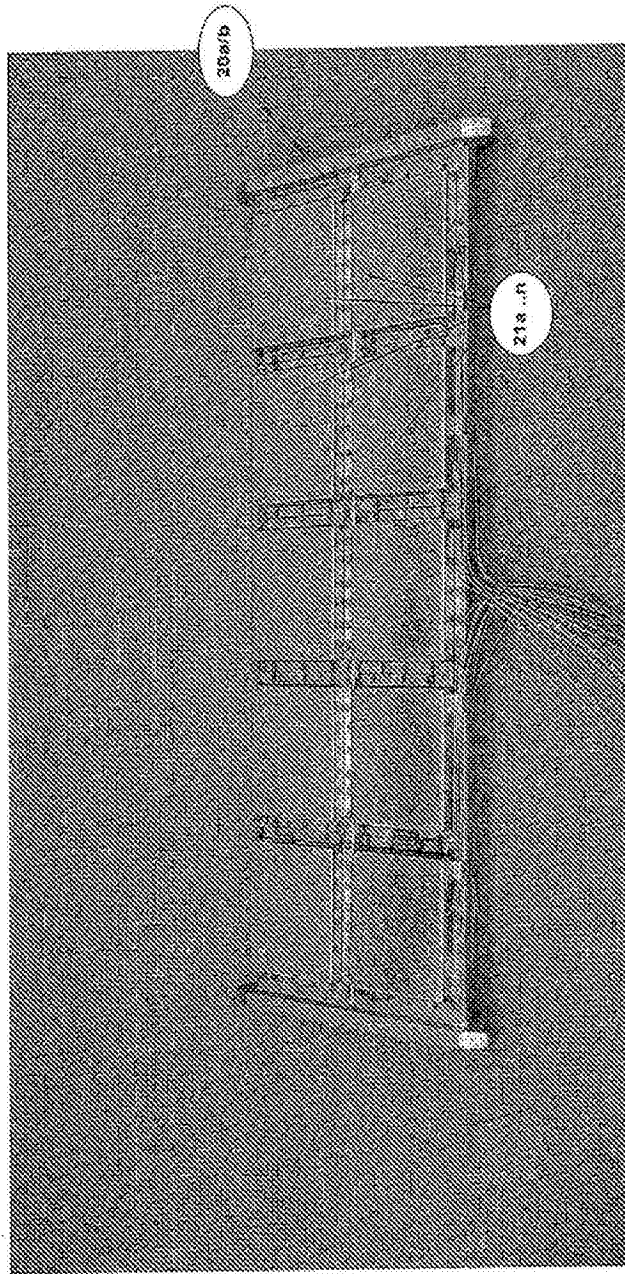


图5