

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
C23C 24/04 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200780010476.1

[43] 公开日 2009年4月15日

[11] 公开号 CN 101410551A

[22] 申请日 2007.3.6

[21] 申请号 200780010476.1

[30] 优先权

[32] 2006.3.24 [33] DE [31] 102006014124.5

[86] 国际申请 PCT/EP2007/001911 2007.3.6

[87] 国际公布 WO2007/110134 德 2007.10.4

[85] 进入国家阶段日期 2008.9.24

[71] 申请人 林德股份公司

地址 德国慕尼黑

[72] 发明人 T·施密特 P·海因里希

H·克雷耶 P·里希特

[74] 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司
代理人 过晓东

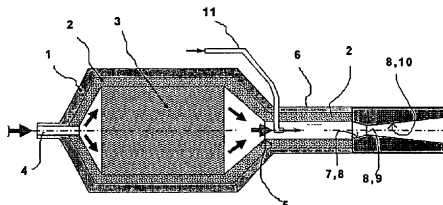
权利要求书4页 说明书8页 附图2页

[54] 发明名称

冷气喷涂枪

[57] 摘要

冷气喷涂枪，其包括高压气体加热器，该加热器具有流过气体的压力罐(1)和设置在该压力罐(1)内的加热元件(3)，以及混合室(6, 14)，在该混合室中可以通过颗粒供应装置(11)将颗粒送入气体。拉瓦尔喷嘴(8)由在气体的流动方向上依次排列的会聚部分(7, 12, 15)、喷嘴颈(9)和发散部分(10)构成。该高压气体加热器和/或该混合室(6, 14)在与气体的接触面上至少部分地是内部隔绝的。



1、冷气喷枪，其

- 具有高压气体加热器，该加热器具有流过气体的压力罐（1）和设置在该压力罐（1）内的加热元件（3），
- 以及具有混合室（6，14），在该混合室中可以通过颗粒供应装置（11）将颗粒送入气体；
- 及拉瓦尔喷嘴（8），其由会聚部分（7，12，15）、喷嘴颈（9）和发散部分（10）构成；
- 其中该高压气体加热器、该混合室（6，14）和该拉瓦尔喷嘴（9）在气体的流动方向上依次排列；
- 其中该高压气体加热器和/或该混合室（6，14）在与气体的接触面上至少部分地是内部隔绝的。

2、根据权利要求1的冷气喷枪，其特征在于，用由刚性或柔性的陶瓷隔热材料组成的隔热体覆盖高压气体加热器的压力罐和/或混合室（6，14）。

3、根据权利要求1或2的冷气喷枪，其特征在于，通过包封气体的内壳与外壳之间的气体缝隙隔绝高压气体加热器的压力罐和/或混合室。

4、根据前述权利要求之一的冷气喷枪，其特征在于，高压气体加热器、混合室（6，14）和拉瓦尔喷嘴（8）彼此呈直线且同轴地排列。

5、根据权利要求1至3之一的冷气喷枪，其特征在于，气体的流动方向在高压气体加热器和混合室之间彼此相对地偏转最高60°的角度。

6、根据前述权利要求之一的冷气喷枪，其特征在于，混合室（14）同时是拉瓦尔喷嘴（8）的会聚部分（15）。

7、根据前述权利要求之一的冷气喷枪，其特征在于，拉瓦尔喷嘴的会聚部分（15）具有 50 至 250 mm 的长度，并具有圆锥形的或凹面的或凸面的内轮廓。

8、根据前述权利要求之一的冷气喷枪，其特征在于，喷嘴的会聚部分（12，15）与内部隔绝，或者完全由隔热材料，特别是由陶瓷组成。

9、根据前述权利要求之一的冷气喷枪，其特征在于，压力罐和/或混合室和/或会聚部分和/或发散部分完全或部分地由钛或铝或其合金组成。

10、根据前述权利要求之一的冷气喷枪，其特征在于，在混合室（6，12，15）中的颗粒供应装置（11）与喷嘴颈（9）之间的路径为 40 至 400 mm，优选为 100 至 250 mm。

11、根据前述权利要求之一的冷气喷枪，其特征在于，在从颗粒供应装置直至喷嘴颈的路径的至少 70% 处，混合室和/或会聚部分的流体横截面是喷嘴颈横截面积的 5 至 50 倍，优选为 8 至 30 倍，特别优选为 10 至 25 倍。

12、根据前述权利要求之一的冷气喷枪，其特征在于，喷嘴颈具有 2 至 4 mm 的直径，发散部分具有相当于喷嘴颈直径的 30 至 90 倍的长度，同时发散部分末端的横截面与喷嘴颈横截面的面积比为 3 至 15，内轮廓是圆锥形或凹面或凸面的。

13、根据前述权利要求之一的冷气喷枪，其特征在于，颗粒供应装置由以任意角度由侧面输入的管道（11）或者由位于高压气体加热器末端或位于混合室中的一个或更多个孔构成。

14、根据前述权利要求之一的冷气喷枪，其特征在于，基于喷嘴颈中的流体横截面的加热元件（3）的加热功率为 1.5 至 7.5 kW/mm²，优选为 2 至 4 kW/mm²。

15、根据前述权利要求之一的冷气喷枪，其特征在于，加热元件（3）的体积功率为 10 至 40 MW/m³，优选为 20 至 30 MW/m³。

16、具有根据前述权利要求之一的冷气喷枪的冷气喷涂装置，其特征在于，经由与第二气体加热器相连的塑料软管，特别是由特氟隆制成的塑料软管，将预加热至最高 230°C 的气体送入冷气喷枪。

17、具有根据权利要求 1 至 15 之一的冷气喷枪的冷气喷涂装置，其特征在于，经由与第二气体加热器相连的热气体金属软管将预加热至最高 700°C 的气体送入喷枪。

18、根据权利要求 16 或 17 的冷气喷涂装置，其特征在于，基于喷嘴颈中的流体横截面的、高压气体加热器和第二气体加热器的加热功率为 4 至 16 kW/mm²，优选为 5 至 9 kW/mm²。

19、使用根据权利要求 1 至 15 之一的冷气喷枪或者根据权利要求 16 至 18 之一的装置的冷气喷涂方法，其特征在于，以 15 至 100 巴，优选 20 至 60 巴，更优选 25 至 45 巴的压力以及 30 至 600 m³/h 的体积通量送入气体。

20、根据权利要求 19 的冷气喷涂方法，其特征在于，在高压气体加热器下游将气体送入温度大于 600℃，优选大于 800℃，特别优选大于 1000℃的混合室（6，14）中。

21、根据权利要求 19 或 20 的方法，其特征在于，在喷嘴颈（9）中大于 80 重量%的送入混合室（6，14）中的颗粒达到喷嘴颈中以开尔文计的气体温度的 70%。

22、根据权利要求 19 至 21 之一的方法，其特征在于，使用颗粒混合物，其质量的至少 80%由粒径为 5 至 150 μm ，优选 10 至 75 μm ，特别优选 15 至 50 μm 的颗粒组成。

冷气喷涂枪

技术领域

本发明涉及一种用于冷气喷涂的装置。本发明特别涉及一种冷气喷枪以及具有该冷气喷枪的装置，以及利用根据本发明的冷气喷枪的方法。

背景技术

在冷气喷涂或动力学喷涂过程中，在没有熔接或熔化的情况下， $1\ \mu\text{m}$ 至 $250\ \mu\text{m}$ 的粉末颗粒在气流中被加速至 $200\ \text{m/s}$ 至 $1600\ \text{m/s}$ 的速度，并被喷射至待涂覆的表面，即基底。具有在和基底碰撞后，在很高膨胀率下的塑性变形造成碰撞界面处的温度升高，导致粉末材料和基底以及自身相互的焊接。然而，最小的碰撞速度必须因此超过所谓的临界速度。焊接的机理和品质可以与爆炸焊相比较。通过使加工气体升温，提高了气体的音速，和因此气体在喷嘴中的流动速度，以及因此颗粒碰撞的速度。例如，气体可以被加速至超音速，例如，在拉瓦尔（Laval）喷嘴中，即一种初始汇聚至喷嘴颈而后扩散的喷嘴，其中在喷嘴颈之前或之后将粉末材料注入气体射流中，并朝向基底加速。

随着加工气体温度的升高，颗粒在碰撞时温度升高。这导致粉末材料的热软化和延展，降低了碰撞颗粒的临界速度。因为音速也升高，通过提高加工气体温度使碰撞时的颗粒速度和颗粒温度都提升。两者都对涂覆效率和涂层质量具有有利的影响。此处的加工气体温度始终保持在用于喷涂的粉末材料的熔点以下。与通过气体熔化粉末颗粒的其他喷涂法相比，在冷气喷涂法中也使用“更冷”的气体。如同通过热气体熔化添加物的喷涂法，因此在冷气喷涂中必须加热气体。

需要高压气体有力地加速粉末颗粒，特别是 25 至 $100\ \mu\text{m}$ 的更粗糙的颗粒。为此，用于冷气喷涂的装置的部件必须相应地设计为耐压的。

静态运行的大多数系统被设计为 30 巴，其中独立组件被设计为此处所需的约 35 巴的预压。一些系统类型甚至仅被设计为最高 15 巴或最高 7 巴的压力。若要进一步提高压力和可使高温直接作用于部件的接触面的材料，则导致必须使用昂贵且难以加工的高温材料，或者造成部件，特别是喷枪，由于其尺寸和所需的壁厚而变得相对更重。经由接触面的热耗散也导致损耗和非期望的气体温度降低，特别是在拉瓦尔喷嘴的喷嘴颈的前方。

由 US 6,623,796 B1 公开了带有由在喷嘴颈处相互压紧的输入圆锥和输出圆锥构成的拉瓦尔喷嘴的喷枪。经由空气加热器和混合室向该拉瓦尔喷嘴供应高压空气，在该混合室中混入空气-粉末。通过作为超音速喷嘴的拉瓦尔喷嘴加速粉末，并通过在空气加热器中加热的空气进行加热，而不发生熔融。

该现有技术的缺点是喷枪部件的材料强度和厚度必须被设计为非常高，以耐受材料在高温时的高压力，因为材料强度随着温度大幅降低。

后继公开的 DE 10 2005 004 116 披露了带有用于加速气体射流和颗粒的喷嘴的冷气喷枪，其分为会聚的喷嘴部分和喷嘴出口，它们在喷嘴颈处相互结合，其还具有末端距喷嘴颈大于 40 mm 的粉末注入管。

后继公开的 DE 10 2005 004 117 披露了具有喷枪的冷气喷涂装置，该喷枪具有喷嘴和加热气体的加热器，其中加热气体的加热器分为至少两个加热器，后加热器直接设置在喷枪上，而第二个松动安装的前加热器通过线路与喷枪相连接。

后继公开的 DE 10 2005 053 731 披露了用于高压气体加热的装置，其带有流通气体的压力罐，设置在压力罐中的加热元件和隔热体。隔热体设置在压力罐的内壁上，而且压力罐具有散热装置，从而具有比加热的气体更低的温度。

发明内容

因此，本发明的目的是提供一种冷气喷涂装置，特别是喷枪，其可用处于高温和高压下的气体运行，仍然具有低的重量，并且具有易于操纵的喷枪。

该目的通过具有本发明特征的冷气喷枪、根据本发明的冷气喷涂装置和根据本发明的冷气喷涂方法来实现。

根据本发明的冷气喷枪可以有利地用来提高可用的加工气体压力至明显超过 35 巴，无需通过厚的材料厚度和壁厚度过分增加冷气喷枪的重量。通过高压气体加热器和/或混合室以及拉瓦尔喷嘴的内部隔热体，可以在明显更低的温度以及因此更高的材料强度的情况下操作承受压力的部件。此外，通过隔热体避免了热量向环境的不必要的散失，产生更低的气体加热成本。最后，冷气喷枪在启动时还产生更小的迟钝性，因为无需加热相对更大质量的壁材料，并且由于对材料更少的温度负荷而获得提高的疲劳限度。升高加工气体的压力，以及因此增加气体密度，与升高加工气体的温度和使用更粗糙的颗粒一起，对于涂层品质具有特别有利的影响，并且只有通过内部隔热体才可能实现。尽管在高的加工气体压力和高的加工气体温度下，仍然可以达到高的喷涂效率，避免了低的气体密度和更小的横截面的缺点。若没有该隔热体，则产生缩小冷气喷枪尺寸时遇到的这些问题。该缩小需要在需要材料厚度的同时遵守重量限制。

在有利的实施方案中，用由刚性或柔性的陶瓷隔热材料组成的隔热体覆盖高压气体加热器的压力罐和/或混合室。

通过包封气体的内壳与外壳之间的气体缝隙有利地隔绝高压气体加热器的压力罐和/或混合室。

高压气体加热器、混合室和拉瓦尔喷嘴有利地彼此呈直线且同轴地排列。

在可用的喷枪中，呈角度地供应气体导致不均匀的热负荷、部件变形和热致应力，其在此处所需的高气体温度下会相当迅速地损坏喷枪。这通过沿直线供应气体而加以避免。

在高压气体加热器与混合室之间的气体流动方向可以彼此相对地偏转最高 60° 的角度。

若流体在由送入的颗粒组成的两相流的区域内连续且无边界地输送，则由此避免颗粒沉积的风险。在混合室上游可以通过最高 60° 的转向而实现冷气喷枪的更紧凑的结构。

在有利的实施方案中，混合室同时是拉瓦尔喷嘴的会聚部分。

拉瓦尔喷嘴的会聚部分有利地具有 50 至 250 mm 的长度，和圆锥形的或凹面的或凸面的内轮廓。

在有利的实施方案中，会聚的喷嘴部分是与内部隔绝的，或者完全由隔热材料，特别是陶瓷组成。

在有利的实施方案中，压力罐和/或混合室和/或会聚部分和/或发散部分完全或部分地由钛或铝及其合金组成。

用钛作为结构材料可以特别轻地构成喷枪，使用铝也一样。作为冷气喷枪的结构材料，后者是特别节省成本的。

在有利的结构中，在混合室中的颗粒供应装置和喷嘴颈之间的路径可为 40 至 400 mm，优选为 100 至 250 mm。

由此取决于加工气体的流速，对在已加热的气体中的颗粒实现足够长的停留时间可以加热颗粒。

在从颗粒供应装置至喷嘴颈的路径的至少 70% 处，混合室和/或会聚部分的流体横截面有利地可为喷嘴颈横截面积的 5 至 50 倍，优选为 8 至 30 倍，特别优选为 10 至 25 倍。

因此，流速在颗粒供应装置和喷嘴颈之间的区域内不会过小，从而保持由气体和颗粒组成的两相流。避免颗粒的团聚和在壁上沉积，它们会严重地干扰冷气喷枪的运行，例如造成喷嘴的堵塞。

在有利的实施方案中，喷嘴颈具有 2 至 4 mm 的直径，发散部分具有相当于喷嘴颈直径的 30 至 90 倍的长度，同时发散部分末端的横截面与喷嘴颈横截面的面积比为 3 至 15，内轮廓是圆锥形或凹面或凸面的。

优选以 15 至 100 巴，更优选 20 至 60 巴，特别优选 25 至 45 巴的压力以及 30 至 600 m³/h 的体积通量送入气体。

因此，可以将更大的颗粒加速至所需的速度。

颗粒供应装置可以由以任意角度由侧面输入的管道或者由位于高压气体加热器末端或位于混合室中的一个或更多个孔构成。

基于喷嘴颈中的流体横截面的加热元件的加热功率优选为 1.5 至 7.5 kW/mm²，更优选为 2 至 4 kW/mm²。

加热元件的体积功率可为 10 至 40 MW/m³，优选为 20 至 30 MW/m³。

由此可以实现紧凑的结构。

该喷枪可以经由与第二高压气体加热器相连的塑料软管，特别是由特氟隆制成的塑料软管送入预加热至最高 230°C 的气体，或者经由热气体金属软管送入预加热至最高 700°C 的气体。

在有利的实施方案中，基于喷嘴颈中的流体横截面的、高压气体加热器和第二高压气体加热器的总加热功率为 4 至 16 kW/mm²，优选为 5 至 9 kW/mm²。

在根据本发明的方法中，可以在高压气体加热器下游将气体送入温度大于 600°C，优选大于 800°C，特别优选大于 1000°C 的混合室中。

在喷嘴颈中大于 80 重量%的送入混合室中的颗粒有利地达到喷嘴颈中以开尔文计的气体温度的 70%。

由此，因为足够多比例的颗粒具有在碰撞时用于形成层所需的能量，所以确保了所形成的涂层的足够的品质。

优选可以使用颗粒混合物，其质量的至少 80% 由粒径为 5 至 150 μm，优选 10 至 75 μm，特别优选 15 至 50 μm 的颗粒组成。

通过在热的加工气流中有效地预加热颗粒，根据本发明的冷气喷枪和根据本发明的方法可以显著地升高更粗糙的颗粒（15 μm 以上）的碰撞温度。该更粗糙的颗粒在喷嘴的膨胀的气体射流中不会迅速地再次降低温度，使用由颗粒组成的高品质和准确限定的粉末在更粗糙的粒级（ $-38+11 \mu\text{m}$ ； $-45+15 \mu\text{m}$ ； $-75+25 \mu\text{m}$ ； $-105+45 \mu\text{m}$ ）中是更加不成问题并且更加节省成本的。与目前常用的 $-22 \mu\text{m}$ 和 $-25+5 \mu\text{m}$ 的粉末粒级相比，在喷涂过程中的操作和传输也明显更容易。

附图说明

依据附图更详细地阐述根据本发明的用于高压气体加热的装置的一个有利的实施例。

图 1 所示为根据本发明的冷气喷枪的实施例在纵截面的示意图；

图 2 所示为根据本发明的冷气喷枪的实施例在纵截面的另一个示意图；及

图 3 所示为根据本发明的冷气喷枪的实施例在纵截面的另一个示意图。

具体实施方式

图 1 所示为根据本发明的冷气喷枪的一个有利的实施例的纵截面示意图。压力罐 1 在其内侧具有隔热体 2。在压力罐 1 内部设置有由许多电加热丝构成的、在此为细丝加热器形式的加热元件 3。经由气体供给线路 4 将待加热的气体送入压力罐 1。在本实施例中，压力罐 1 是旋转对称体。气体出口 5 引导经加热的气体或经额外加热的气体进入混合室 6，该混合室 6 与拉瓦尔喷嘴 8 的会聚部分 7 相邻接。拉瓦尔喷嘴 8 进一步包括喷嘴颈 9 和发散部分 10。颗粒管 11 可以将颗粒送入混合室 3。在此，颗粒管 11 的出口与所形成的气流对齐。

气体流过压力罐 1 和与其直线排列的混合室 6 和拉瓦尔喷嘴 9，如箭头所示，其中在加热元件 3 的横截面上均匀分布。通过内部安装的隔

热体 2，只允许少许的热量到达压力罐 1 和混合室 6 的壁。因为压力罐 1 和混合室 6 同时向周围环境释放热量，所以在压力罐 1 和混合室 6 中设置比加热的气体明显更低的温度。因此，压力罐 1 和混合室 6 可以相对更薄的壁和轻质地构成。待喷射的颗粒经由颗粒管 11 在混合室 3 中与经加热的气体混合。这是通过依靠载气流经由颗粒管输送颗粒而实现的。在颗粒注入口和拉瓦尔喷嘴 9 的最窄的横截面即喷嘴颈 10 之间的路径上加热颗粒，其中在喷嘴颈中大于 80 重量%的颗粒达到在该位置上的气体射流的以开尔文计的温度的 0.7 倍。在本实施例中，取决于所用的颗粒和气体，该路径具有 40 至 400 mm，优选 100 至 250 mm 的长度。提早颗粒注入与使用更大的颗粒和更高的气体温度一起，对涂层的品质和效果具有特别强烈的影响。这是因为由此实现颗粒碰撞温度的显著升高。

在拉瓦尔喷嘴 4 的发散部分 11 中，膨胀的气体被加速至超过音速的速度。颗粒在该超音速流中剧烈地加速，达到 200 至 1500 m/s 的速度。在此，延长发散的喷嘴部分 11 与根据本发明实现的气体温度和压力的升高一起，产生特别强烈的影响。在此，有效利用纵向延长的发散的喷嘴部分 11 需要气体的高焓值。在此，发散的喷嘴部分 11 的有利的长度是 100 mm 及更长，优选为 100 至 300 mm，特别优选为 150 至 250 mm。

通过使电热器的横截面积不超过喷嘴颈 9 中的流体横截面面积的 1500 倍，优选不超过 1000 倍，确保通过加热元件的均匀流动。该冷气喷枪的特征在于紧凑的结构类型和高的功率密度。长度与直径的比例为 3 至 6。冷气喷枪的功率密度，即加热功率与总质量之商，在 1 和 8 kW/kg 之间，其中在 2 和 4 kW/kg 之间的范围容易实现。在此，所用的加热元件 3 的体积功率为 10 至 40 MW/m³。由此，在气体供给装置处的气体温度允许为 400°C 至 700°C。该温度可以通过经由软管与冷气喷枪相连接的第二静态预加热装置达到。在此若使用金属热气软管，则可为 700°C。

图 2 所示为根据本发明的冷气喷枪的另一个实施例的纵截面示意图。相同的部件用同样的附图标记标示。压力罐 1 和混合室 6 在其内侧

上具有隔热体 2。加热元件 3 设置在压力罐 1 的内部。混合室 6 与拉瓦尔喷嘴 8 的会聚部分 12 相邻接，该喷嘴还包括喷嘴颈 9 和发散部分 10。颗粒管 11 可以将颗粒送入混合室 3。会聚部分 12 同样具有隔热体 13。

由此避免喷嘴的热负荷以及热损失。

图 3 所示为根据本发明的冷气喷枪的第三个实施例的纵截面示意图。相同的部件仍用同样的附图标记标示。压力容器 1 在其内侧上具有隔热体 2，在其内部设置有加热元件 3。混合室 14 同时是拉瓦尔喷嘴 8 的会聚部分 15，该喷嘴还包括喷嘴颈 9 和发散部分 10。颗粒管 11 可以将颗粒送入混合室 3。会聚部分 15 或混合室 15 同样具有隔热体 16，并且具有 50 至 250 mm 的长度。这获得冷气喷枪的更简单的结构。

附图标记

- 1 压力罐
- 2 隔热体
- 3 加热元件
- 4 气体供给线路
- 5 气体出口
- 6 混合室
- 7 会聚部分
- 8 拉瓦尔喷嘴
- 9 喷嘴颈
- 10 发散部分
- 11 颗粒管
- 12 会聚部分
- 13 隔热体
- 14 混合室
- 15 会聚部分
- 16 隔热体

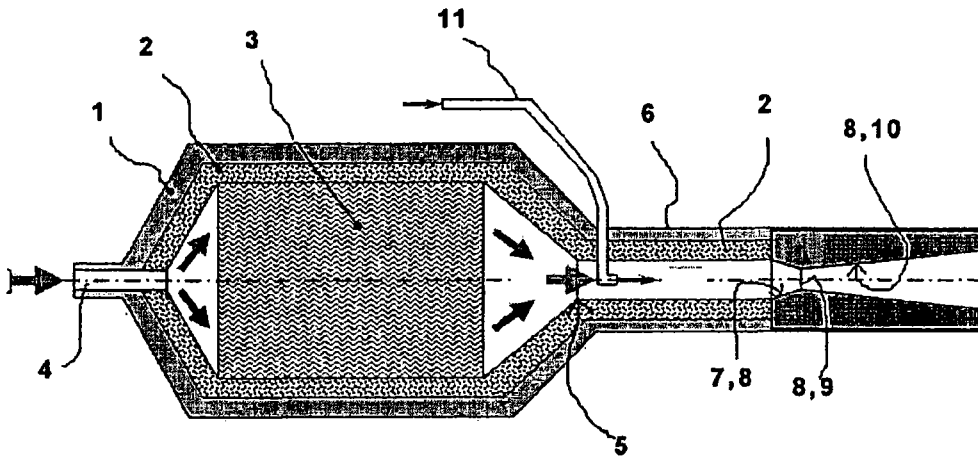


图 1

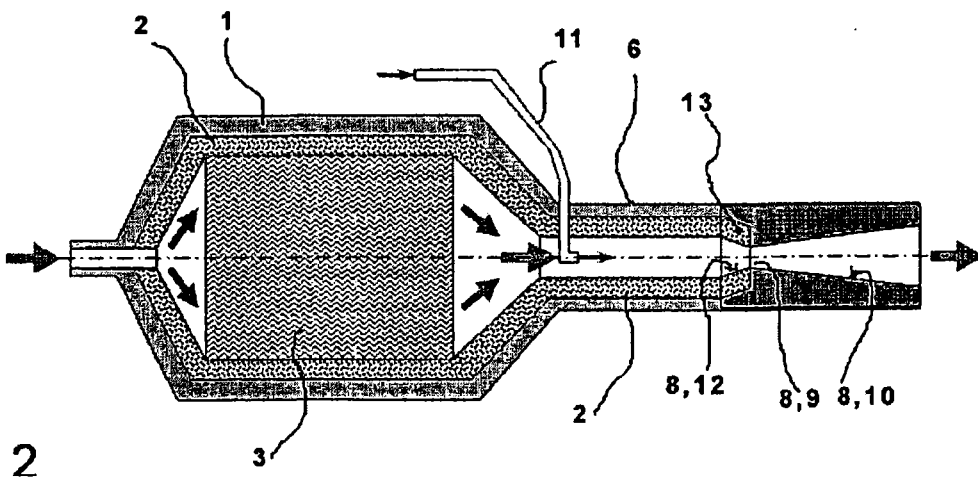


图 2

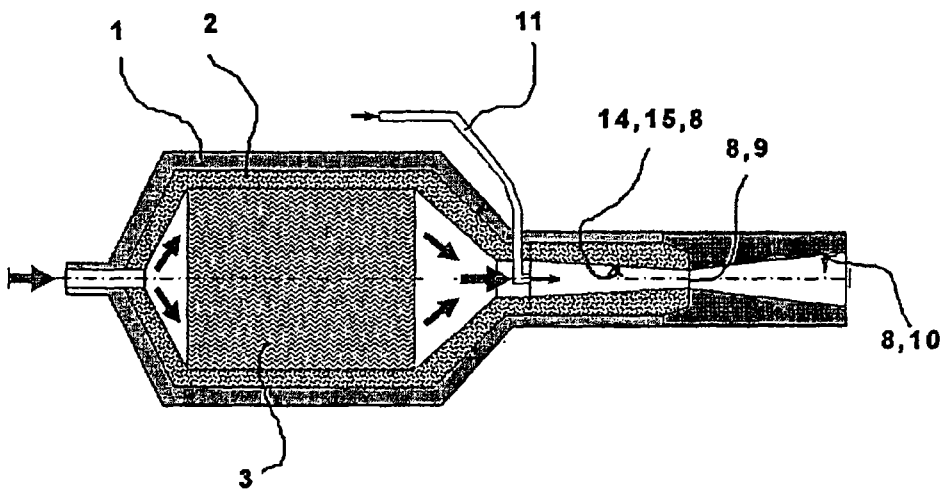


图 3