



(21) 申请号 201910187011.8

(22) 申请日 2019.03.13

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 110307064 A

(43) 申请公布日 2019.10.08

(30) 优先权数据
2018-053319 2018.03.20 JP
2019-005519 2019.01.16 JP

(73) 专利权人 日本碍子株式会社
地址 日本国爱知县

(72) 发明人 高桥博纪 石田弘树

(74) 专利代理机构 北京旭知行专利代理事务所
(普通合伙) 11432
专利代理师 王轶 郑雪娜

(51) Int.Cl.

F01N 3/027 (2006.01)

F01N 3/022 (2006.01)

F01N 3/20 (2006.01)

F01N 3/28 (2006.01)

(56) 对比文件

US 3163841 A, 1964.12.29

US 2013224080 A1, 2013.08.29

CN 1373830 A, 2002.10.09

US 2011250094 A1, 2011.10.13

US 2017283931 A1, 2017.10.05

审查员 张博

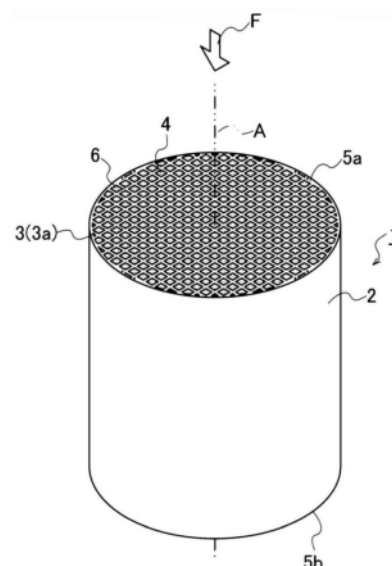
权利要求书2页 说明书17页 附图9页

(54) 发明名称

流体加热部件、流体加热部件复合体、以及
流体加热部件的制造方法

(57) 摘要

本发明的课题在于,提供一种流体加热部件、流体加热部件复合体、以及流体加热部件的制造方法,所述流体加热部件能够迅速地加热,其能够利用电磁感应加热方式有效率地进行加热,并且,不会受到由热膨胀率不同所带来的影响。流体加热部件(1)具备:陶瓷制的蜂窝结构体(2)、以及导电性被膜层(4),其中,蜂窝结构体(2)形成有供流体(F)流通的隔室(3),导电性被膜层(4)覆设于蜂窝结构体(2)的隔室(3)中的至少一部分的隔室表面(3a),导电性被膜层(4)电连接且连续。



1. 一种流体加热部件,其特征在于,
具备:陶瓷制的多孔质体、以及导电性被膜层,
该陶瓷制的多孔质体形成有供流体流通的流路,
该导电性被膜层覆设于所述多孔质体的所述流路中的至少一部分的流路表面,
所述导电性被膜层电连接且连续,
所述流体加热部件还具备导电性孔部被膜层,该导电性孔部被膜层覆设于所述多孔质体的孔部的表面,
所述导电性被膜层与所述导电性孔部被膜层电连接且连续。
2. 根据权利要求1所述的流体加热部件,其特征在于,
在与所述流体的流通方向正交的所述流路的截面上,所述导电性被膜层在至少一部分所述流路上呈环状连续的状态形成。
3. 根据权利要求1所述的流体加热部件,其特征在于,
在与所述流体的流通方向正交的所述流路的截面上,所述导电性被膜层以及所述导电性孔部被膜层中的至少一方在至少一部分所述流路上呈环状连续的状态形成。
4. 根据权利要求1~3中的任意一项所述的流体加热部件,其特征在于,
所述多孔质体为具备区划形成多个隔室的隔壁的蜂窝结构体,该多个隔室从一个端面延伸至另一个端面,形成为所述流路。
5. 根据权利要求1所述的流体加热部件,其特征在于,
所述多孔质体的气孔率为0.1%~60%的范围。
6. 根据权利要求1所述的流体加热部件,其特征在于,
所述多孔质体将从碳化硅、堇青石、硅—碳化硅系复合材料、多铝红柱石、氧化铝、尖晶石、碳化硅—堇青石系复合材料、硅酸锂铝、以及钛酸铝、氮化硅、氮化铝、氧化镁中选择的至少1种以上的陶瓷作为主成分。
7. 根据权利要求1所述的流体加热部件,其特征在于,
所述多孔质体的热传导率为 $0.1\text{W/m}\cdot\text{K}\sim 300\text{W/m}\cdot\text{K}$ 的范围。
8. 根据权利要求1所述的流体加热部件,其特征在于,
所述多孔质体为将碳化硅作为主成分的陶瓷,电阻率为 $0.01\ \Omega\text{cm}\sim 10\ \Omega\text{cm}$ 。
9. 根据权利要求1所述的流体加热部件,其特征在于,
所述导电性被膜层具备:化学镀层、以及至少一层以上的感应加热层,
该化学镀层呈层结构,并与所述多孔质体的所述表面相接触,
该至少一层以上的感应加热层层叠于所述化学镀层之上。
10. 根据权利要求1所述的流体加热部件,其特征在于,
所述导电性被膜层的被膜层厚度为 $0.1\mu\text{m}\sim 500\mu\text{m}$ 的范围。
11. 一种流体加热部件的制造方法,其是权利要求1~10中的任意一项所述的流体加热部件的制造方法,其特征在于,
具备原料流体流通工序,在该工序中,使包含导电性被膜层以及导电性孔部被膜层的成分的气体或液体的原料流体沿着形成于陶瓷制的多孔质体的流体的流路流通,在所述流路的表面形成所述导电性被膜层,并且在所述多孔质体的内部的孔部形成电连接且连续的导电性孔部被膜层。

12. 根据权利要求11所述的流体加热部件的制造方法,其特征在于,

所述多孔质体为具备区划形成多个隔室的隔壁的蜂窝结构体,该多个隔室从一个端面延伸至另一个端面,形成为所述流体的所述流路,

所述流体加热部件的制造方法还具备封孔工序,在该工序中,按照规定的配设基准将所述蜂窝结构体的所述一个端面封孔,并且,将所述另一个端面的剩余隔室封孔,

在所述原料流体流通工序中,使所述原料流体在通过所述封孔工序而形成有封孔部的所述蜂窝结构体的内部流通,形成所述导电性被膜层和所述导电性孔部被膜层。

13. 一种流体加热部件复合体,其特征在于,

使用权利要求1~10中的任意一项所述的流体加热部件而形成;

使用多个棱柱状的所述流体加热部件而一体地构建,或者,使用至少一个以上的棱柱状的所述流体加热部件、以及形成有供流体流通的流路的一个或多个棱柱状的陶瓷制多孔质体而一体地构建。

流体加热部件、流体加热部件复合体、以及流体加热部件的制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及流体加热部件、流体加热部件的制造方法、以及流体加热部件复合体。进一步详细而言,涉及使用蜂窝结构体等陶瓷部件、利用电磁感应加热方式对气体、液体等流体进行加热的流体加热部件、流体加热部件的制造方法、以及将该流体加热部件组合而形成的流体加热部件复合体。

背景技术

[0002] 以往,出于改善汽车的油耗性能等目的,降低发动机起动时的摩擦(Friction)损失,提高尾气净化用催化剂的净化性能。特别是,发动机刚起动后,冷却水、发动机油、以及ATF(自动变速箱油)等液体、或者尾气净化用催化剂处于较冷的状态,因此,有时无法充分发挥发动机性能。因此,采用使冷却水等液体迅速地加热至适当温度、或者使尾气净化用催化剂尽快活化的加热系统。

[0003] 对于加热系统,为了对流体(冷却水、发动机油等液体或者尾气等气体等)进行加热,使用例如流体加热部件,其具备:具有高热传导率的陶瓷制的蜂窝结构体、以及电阻加热式加热器、高频加热式加热器、或者燃烧加热式加热器等加热体(例如参见专利文献1)。陶瓷制的蜂窝结构体具有由隔壁区划开的多个隔室,该隔室成为上述流体的流路。通过具备多个隔室,使得与流体的接触面积变大,能够使由加热体产生的热有效率地向该流体传播。

[0004] 另一方面,已知如下分解方法,即,一边利用电磁感应加热方式对导电性的载体进行加热,一边使包含卤代烃气体等的流体在载体内部流通,由此,于高温对卤代烃进行热分解处理(例如参见专利文献2)。据此,使用如下部件,该部件将碳化硅(SiC)等碳陶瓷、不锈钢等用作上述载体的基底,进而,将针对卤代烃气体的耐腐蚀性高的铂(Pt)、钯(Pd)、金(Au)、铑(Rh)、以及镍(Ni)中的至少一种金属元素(第一组元素)、以及钨(W)、铬(Cr)、铁(Fe)、钼(Mo)、以及钒(V)中的至少一种金属元素(第二组元素)作为催化剂负载于该载体。负载有这些催化剂的导电性的载体被由设置于外部的电磁感应线圈产生的涡流的焦耳热加热,能够对在载体的内部流通的流体进行加热。

[0005] 现有技术文献

[0006] 专利文献

[0007] 专利文献1:日本特开2013-238116号公报

[0008] 专利文献2:日本特开2001-54723号公报

发明内容

[0009] 但是,如上所示的流体加热部件以及利用加热将流体(卤代烃气体)分解的分解方法有可能产生如下所述的不良情况。即,在专利文献1所示的流体加热部件的情况下,所述流体加热部件由:陶瓷制的蜂窝结构体、以及主要由金属等构成的加热体这样两种材质不

同的部件构成。由此,蜂窝结构体与加热体之间的边界附近的热阻增大,由加热体产生的热有时无法有效率地向蜂窝结构体传播。结果有可能导致加热效率降低。

[0010] 此外,由不同的材质分别形成蜂窝结构体以及加热体,因此,加热时的两者的热膨胀率不同有时会构成问题。即,有可能因热膨胀率不同而在蜂窝结构体与加热体的边界附近产生间隙、空隙等,加热效率有可能进一步降低。特别是,在形成了较大型的流体加热部件的情况下,有时由上述热膨胀率不同所带来的不良情况变得显著。

[0011] 另一方面,对于专利文献2所示的使用导电性的载体的部件,由于作为载体而使用的SiC本身的电阻较高,所以利用电磁感应加热方式的发热效率低,有时无法使载体迅速上升至规定的温度。结果存在催化剂活化耗费时间、并且、为了使其上升至该温度而需要大量电能等缺点。

[0012] 因此,本发明的课题在于,鉴于上述实际情况,提供一种能够迅速地加热的陶瓷制的流体加热部件、流体加热部件复合体、以及流体加热部件的制造方法,该陶瓷制的流体加热部件能够利用电磁感应加热方式有效率地进行加热,并且,不会受到由热膨胀率不同所带来的影响。

[0013] 根据本发明,提供以下给出的流体加热部件、流体加热部件的制造方法、以及流体加热部件复合体。

[0014] [1]一种流体加热部件,其特征在于,具备:陶瓷制的多孔质体、以及导电性被膜层,该陶瓷制的多孔质体形成有供流体流通的流路,该导电性被膜层覆设于所述多孔质体的所述流路中的至少一部分的流路表面,所述导电性被膜层电连接且连续。

[0015] [2]根据所述[1]中记载的流体加热部件,其特征在于,所述流体加热部件还具备导电性孔部被膜层,该导电性孔部被膜层覆设于所述多孔质体的孔部的表面,所述导电性被膜层与所述导电性孔部被膜层电连接且连续。

[0016] [3]根据所述[1]中记载的流体加热部件,其特征在于,在与所述流体的流通方向正交的所述流路的截面上,所述导电性被膜层在至少一部分所述流路上呈环状连续的状态形成。

[0017] [4]根据所述[2]中记载的流体加热部件,其特征在于,在与所述流体的流通方向正交的所述流路的截面上,所述导电性被膜层以及所述导电性孔部被膜层中的至少一方在至少一部分所述流路上呈环状连续的状态形成。

[0018] [5]根据所述[1]~[4]中的任意一项中记载的流体加热部件,其特征在于,所述多孔质体为具备区划形成多个隔室的隔壁的蜂窝结构体,该多个隔室从一个端面延伸至另一个端面,形成为所述流路。

[0019] [6]根据所述[1]~[5]中的任意一项中记载的流体加热部件,其特征在于,所述多孔质体的气孔率为0.1%~60%的范围。

[0020] [7]根据所述[1]~[6]中的任意一项中记载的流体加热部件,其特征在于,所述多孔质体将从碳化硅、堇青石、硅—碳化硅系复合材料、多铝红柱石、氧化铝、尖晶石、碳化硅—堇青石系复合材料、硅酸锂铝、以及钛酸铝、氮化硅、氮化铝、氧化镁中选择的至少1种以上的陶瓷作为主成分。

[0021] [8]根据所述[1]~[7]中的任意一项中记载的流体加热部件,其特征在于,所述多孔质体的热传导率为 $0.1\text{W/m}\cdot\text{K}\sim 300\text{W/m}\cdot\text{K}$ 的范围。

[0022] [9]根据所述[1]~[8]中的任意一项中记载的流体加热部件,其特征在于,所述多孔质体为将碳化硅作为主成分的陶瓷,电阻率为 $0.01\ \Omega\ \text{cm}\sim 10\ \Omega\ \text{cm}$ 。

[0023] [10]根据所述[1]~[9]中的任意一项中记载的流体加热部件,其特征在于,所述导电性被膜层具备:化学镀层、以及至少一层以上的感应加热层,该化学镀层呈层结构,并与所述多孔质体的所述表面相接触,该至少一层以上的感应加热层层叠于所述化学镀层之上。

[0024] [11]根据所述[1]~[10]中的任意一项中记载的流体加热部件,其特征在于,所述导电性被膜层的被膜层厚度为 $0.1\ \mu\text{m}\sim 500\ \mu\text{m}$ 的范围。

[0025] [12]一种流体加热部件的制造方法,其是所述[1]~[11]中的任意一项中记载的流体加热部件的制造方法,其特征在于,具备原料流体流通工序,在该工序中,使包含导电性被膜层以及导电性孔部被膜层的成分的气体或液体的原料流体沿着形成于陶瓷制的多孔质体的流体的流路流通,在所述流路的表面形成所述导电性被膜层、并且/或者、在所述多孔质体的内部的孔部形成电连接且连续的导电性孔部被膜层。

[0026] [13]根据所述[12]中记载的流体加热部件的制造方法,其特征在于,所述多孔质体为具备区划形成多个隔室的隔壁的蜂窝结构体,该多个隔室从一个端面延伸至另一个端面,形成所述流体的所述流路,所述流体加热部件的制造方法还具备封孔工序,在该工序中,按照规定的配设基准将所述蜂窝结构体的所述一个端面封孔,并且,将所述另一个端面的剩余隔室封孔,在所述原料流体流通工序中,使所述原料流体在通过所述封孔工序而形成有封孔部的所述蜂窝结构体的内部流通,形成所述导电性被膜层和/或所述导电性孔部被膜层。

[0027] [14]一种流体加热部件复合体,其特征在于,使用所述[1]~[11]中的任意一项中记载的流体加热部件而形成;使用多个棱柱状的所述流体加热部件而一体地构建,或者,使用至少一个以上的棱柱状的所述流体加热部件、以及形成有供流体流通的流路的一个或多个棱柱状的陶瓷制多孔质体而一体地构建。

[0028] 根据本发明的流体加热部件、流体加热部件复合体、以及流体加热部件的制造方法,能够利用电磁感应加热方式,将流体加热部件迅速且有效率地进行加热。结果可以将该流体加热部件用于即便在汽车的发动机刚起动后、也能够迅速地加热至尾气净化用催化剂活化的温度的加热系统。

[0029] 另外,在将本发明的流体加热部件、以及流体加热部件复合体用于汽车发动机的尾气净化用过滤器的情况下,能够利用电磁感应加热方式使积存在过滤器内的碳微粒燃烧并除去。

[0030] 特别是,由于处于在陶瓷制的多孔质体(蜂窝结构体等)的流路表面(隔室表面)覆设有导电性被膜层、或者在隔壁的内部覆设有导电性孔部被膜层、并且在截面上电连接且连续的状态,所以能够有效率地进行感应加热,不会发生局部温度上升,并且,因多孔质体与导电性被膜层等之间的热膨胀率不同而产生加热效率降低、或者产生裂纹等开裂的不良情况的可能性降低。

附图说明

[0031] 图1是表示本发明的一个实施方式的流体加热部件的概略构成的立体图。

- [0032] 图2是表示流体加热部件的概略构成的局部放大截面图。
- [0033] 图3是表示流体加热部件的另一例构成的局部放大截面图。
- [0034] 图4A是表示导电性被膜层的配置图案的一个例子的说明图。
- [0035] 图4B是表示导电性被膜层的配置图案的一个例子的说明图。
- [0036] 图4C是表示导电性被膜层的配置图案的一个例子的说明图。
- [0037] 图5A是表示导电性孔部被膜层的配置图案的一个例子的说明图。
- [0038] 图5B是表示导电性孔部被膜层的配置图案的一个例子的说明图。
- [0039] 图5C是表示导电性孔部被膜层的配置图案的一个例子的说明图。
- [0040] 图6是表示不适合的流体加热部件的一个例子的局部放大截面图。
- [0041] 图7是表示不适合的流体加热部件的一个例子的局部放大截面图。
- [0042] 图8是示意性地表示流体加热部件的制造方法的一个例子的说明图。
- [0043] 图9是示意性地表示流体加热部件的另一例构成的制造方法的一个例子的说明图。
- [0044] 图10是表示流体加热部件复合体的概略构成的分解立体图。
- [0045] 图11是表示图10的流体加热部件复合体的概略构成的立体图。
- [0046] 图12是表示流体加热部件复合体的另一例的概略构成的分解立体图。
- [0047] 图13是表示图12的流体加热部件复合体的概略构成的立体图。
- [0048] 图14是表示感应加热试验装置、以及温度测定的概略构成的说明图。
- [0049] 图15是表示形成于蜂窝结构体的隔壁的表面层以及导电性被膜层的概略构成的一个例子的局部放大端面图。
- [0050] 图16是表示形成于蜂窝结构体的隔壁的表面层以及导电性被膜层的概略构成的一个例子的局部放大端面图。
- [0051] 图17是表示蜂窝结构体的流体的截面、以及导电性被膜层的形成的一个例子的说明图。
- [0052] 符号说明
- [0053] 1、1a、34:流体加热部件;2、31、35、40、106:蜂窝结构体;3、11、32、45:隔壁;3a、11a、11b、32a:隔壁表面(流路表面);4、12a、12b、33、43:导电性被膜层;5a、106a:一个端面;5b:另一个端面;6、13、41:隔壁;7、14:导电性孔部被膜层;8、44:封孔部;10a、10b:不适合的流体加热部件;30a、30b:流体加热部件复合体;41a:隔壁表面;42:表面层;100:感应加热试验装置;101:高频电源装置;102:馈线管道;103:柔性馈线;104:加热线圈;105:壳体;107:热像仪;A:轴向;F:流体;G:原料流体;ID:线圈的内径;L:线圈长度。

具体实施方式

[0054] 以下,参照附图,对本发明的流体加热部件、流体加热部件的制造方法、以及流体加热部件复合体的实施方式进行说明。应予说明,本发明的流体加热部件、流体加热部件的制造方法、以及流体加热部件复合体并不限于以下的实施方式,只要不脱离本发明的范围,就可以加以变更、修正、改良等。

[0055] 1.流体加热部件

[0056] 如图1以及图2所示,本发明的一个实施方式的流体加热部件1具备:陶瓷制的蜂窝

结构体2、以及覆设于构成蜂窝结构体2的流路的隔室3的隔室表面3a(相当于本发明的流路表面)的导电性被膜层4。

[0057] 此外,覆设有导电性被膜层4,在与流体F(参照图1)的流通方向(相当于图2中的从纸面近前方向朝向纸面进深方向)、换言之、蜂窝结构体2的轴向A(参照图1)正交的蜂窝结构体2的截面上,所述导电性被膜层4呈环状包围蜂窝结构体2的隔室表面3a,并且处于电连接且连续的状态。

[0058] 此处,本说明书中,“电连接且连续的”状态定义为:导电性被膜层不是“断续地”分散存在,而是处于所有导电性被膜层电连接且电流可流通的状态。图2是将流体加热部件1沿着与蜂窝结构体2的轴向A正交的方向切断得到的截面的局部放大截面图。此外,覆设于隔室表面3a的导电性被膜层4并不一定需要覆设于蜂窝结构体2的所有隔室表面3a,在截面的至少一部分呈环状(环状)并处于电连接的状态即可(下文中详细说明)。

[0059] 蜂窝结构体2相当于本发明的流体加热部件1中的陶瓷制的多孔质体。进一步具体说明,蜂窝结构体2为:具备区划形成多个隔室3的格子状的隔壁6的、呈大致圆柱状的结构体的蜂窝结构体,该多个隔室3从一个端面5a延伸至另一个端面5b,形成流体F的流路。

[0060] 通过作为多孔质体的蜂窝结构体2具备上述构成,使得从流体加热部件1的蜂窝结构体2的一个端面5a被导入至内部的流体F经过蜂窝结构体2的内部的隔室3而从另一个端面5b排出。应予说明,本发明的流体加热部件中的多孔质体并不限于图1等所示的大致圆柱状的蜂窝结构体2,只要为具备相当于隔室3这样的流体F的流路且在流路表面覆设有导电性被膜层4的构成即可。

[0061] 蜂窝结构体2为多孔质的蜂窝结构体,在区划形成隔室3的隔壁6的内部具备多个微细孔部(未图示)。因此,可以构成沿着隔室表面3a形成导电性被膜层4、并且在隔壁6的内部的孔部的表面具备导电性孔部被膜层7的流体加热部件1a(参照图3)。应予说明,图3中,利用阴影示意性地表示导电性孔部被膜层7。这种情况下,优选形成于隔室表面3a的导电性被膜层4与导电性孔部被膜层7电连接。

[0062] 在将导电性被膜层4以及导电性孔部被膜层7以电连接的状态覆设于多孔质的蜂窝结构体2的情况下,优选在沿着与蜂窝结构体2的轴向正交的方向切断得到的截面上存在电连接的闭环。以与该截面正对的状态观察到的闭环的形状没有特别限定,例如可以为从圆形、椭圆形、或者三角形、四边形、六边形、以及其他多边形等中选择的任意形状。

[0063] 此外,更优选以与该截面正对的状态观察到的闭环的长径较大。通过使闭环的长径变大,能够抑制感应加热时的频率。如果使该频率降低,则具有容易施加更大的输出功率的优点。此处,闭环的长径例如优选为5mm以上,更优选为10mm以上,进一步优选为20mm以上。此外,在将感应加热的频率设定为低至30kHz的情况下,优选使闭环的长径为15mm以上,更优选为20mm以上。

[0064] 此外,如图1~图3所示,示出了在蜂窝结构体2的所有隔室3都具有导电性被膜层4和/或导电性孔部被膜层7的流体加热部件1、1a,但并不限于此。即,可以使其为:在沿着与蜂窝结构体2的轴向正交的方向切断得到的截面上,在特定区域设置导电性被膜层4和/或导电性孔部被膜层7,在剩余区域没有设置导电性被膜层4等。

[0065] 由此,在利用电磁感应加热方式对流体加热部件进行加热时,能够将整个流体加热部件有效率地进行加热。还可以通过导电性被膜层4的有无来调整像这样加热的区域。应

予说明,即便在上述特定区域设置导电性被膜层4等的情况下,也需要在各区域中使导电性被膜层4的截面上的隔壁3的隔壁表面3a(流路表面)电连接。

[0066] 在导电性被膜层没有处于电连接且连续的状态、换言之、“断续的导电性被膜层”的情况下,如果使用特别低的频率(波长)的感应加热装置,则无法得到充分的加热效率,而本实施方式的流体加热部件能够消除上述不良情况,得到充分的加热效率。

[0067] 蜂窝结构体2将规定的陶瓷作为主成分,由此,能够提高隔壁6的热传导率,能够有效率地加热流体F等。应予说明,本说明书中,“主成分”定义为:蜂窝结构体2中含量在50质量%以上的成分,还包括金属复合陶瓷等。

[0068] 作为多孔质性的陶瓷,气孔率优选为0.1%~60%的范围,可以根据适当设计而选择优选的气孔率。应予说明,可以利用阿基米德法或水银孔度计(例如、Micromeritics公司制、商品名:Autopore 9500等)来测定气孔率。

[0069] 此外,作为上述陶瓷,可以使用众所周知的堇青石、碳化硅、硅—碳化硅系复合材料、多铝红柱石、氧化铝、尖晶石、碳化硅—堇青石系复合材料、硅酸锂铝、以及钛酸铝、氮化硅、氮化铝、氧化镁等各种材料。特别是,在考虑针对流体F的传热性的情况下,优选将具有高热传导率的碳化硅、氮化硅、氮化铝、氧化镁等作为主成分。此外,通过将碳化硅作为蜂窝结构体2的主成分,使得其具有上述热传导率、耐热性以及耐腐蚀性优异的优点。

[0070] 此外,作为构成蜂窝结构体2的基材的材料,可以采用Si含浸SiC、(Si+Al)含浸SiC、金属复合SiC、重结晶SiC、 Si_3N_4 、以及SiC等。此处,为了得到更高的热传导率,优选使将碳化硅作为主成分的蜂窝结构体2(多孔质体)的气孔率变小。

[0071] 即,优选使蜂窝结构体2的气孔率为10%以下,更优选为5%以下,进一步优选为2%以下,特别优选采用上述Si含浸SiC、(Si+Al)含浸SiC。SiC本身具有高热传导率,且具有容易放热的特性,不过,在Si含浸SiC的情况下,能够使其为上述的气孔率,得到足够的强度。

[0072] 例如,在通常的碳化硅的情况下,热传导率为 $20\text{W/m}\cdot\text{K}$ 左右,与此相对,通过使气孔率为2%以下,能够使热传导率为 $150\text{W/m}\cdot\text{K}$ 左右。应予说明,上述气孔率是利用阿基米德法测定得到的值。

[0073] 此处,蜂窝结构体2的上述热传导率为 $0.1\text{W/m}\cdot\text{K}\sim 300\text{W/m}\cdot\text{K}$ 的范围,更优选为 $100\text{W/m}\cdot\text{K}$ 以上。进一步优选为 $120\text{W/m}\cdot\text{K}\sim 300\text{W/m}\cdot\text{K}$,最优选为 $150\sim 300\text{W/m}\cdot\text{K}$ 。通过使热传导率为上述范围,使得热传导性良好,能够将热有效率地向蜂窝结构体2的内部传递,从而能够对流体F迅速地进行加热。

[0074] 另外,在蜂窝结构体2由碳化硅形成的情况下,电阻率优选为 $0.01\Omega\text{cm}\sim 10\Omega\text{cm}$ 的范围,更优选为 $1\Omega\text{cm}$ 以下。进一步优选为 $0.1\Omega\text{cm}$ 以下,特别优选为 $0.05\Omega\text{cm}$ 以下。由此,能够提高利用电磁感应加热方式的加热效率。

[0075] 本实施方式的蜂窝结构体可以为在隔壁的表面以及隔壁的细孔的内部中的至少一方负载有催化剂的蜂窝结构体。由此,本实施方式的蜂窝结构体2可以构成为负载有催化剂的催化剂载体、为了对尾气中的粒状物质(碳微粒)进行净化而设置有封孔部的过滤器(例如柴油颗粒过滤器(以下也称为“DPF”)、汽油颗粒过滤器)。

[0076] 应予说明,关于多孔质体(蜂窝结构体2等)的气孔率,也可以根据其使用用途而适当选择大气孔率的多孔质体。例如,在将蜂窝结构体2用作汽车用的催化剂载体或尾气净化

过滤器的情况下,优选将规定的陶瓷作为主成分,并使气孔率为30~60%。如果气孔率小于30%,则无法有效率地负载催化剂,另外,导致作为过滤器的功能降低,故不优选。另外,如果气孔率超过60%,则强度不充分,耐久性降低,故不优选。

[0077] 另一方面,在将堇青石作为主成分而形成多孔质体的情况下,与将碳化硅作为主成分的蜂窝结构体相比,虽然热传导率降低,但是能够将热膨胀率抑制在较低水平,并且,由于比热小,所以能够制成耐热冲击性优异的蜂窝结构体。由此,能够抑制在加热时发生开裂(Crack),另外,由于比重也小,所以具备能够迅速升温的优点。

[0078] 此处,在将堇青石作为主成分而形成多孔质体的情况下,热膨胀率优选为0.1ppm/K~2ppm/K。应予说明,作为热膨胀率的测定方法,例如可以采用如下方法,即,从多孔质体切出沿着流体F的流通方向的长度为10mm以上的试验片,该试验片的、与上述流通方向正交的方向上的截面的面积为 $1\text{mm}^2 \sim 100\text{mm}^2$,利用将石英作为标准比较样品的差示热膨胀计来测定该试验片的流通方向的热膨胀率。

[0079] 在将蜂窝结构体40用作汽车用的催化剂载体或尾气净化过滤器的情况下,可以在其隔壁41的隔壁表面41a的至少一部分具备具有透气性的表面层42。表面层42的材质没有特别限定,可以根据需要选择陶瓷、金属、CMC(陶瓷基复合材料)等适当的材质(参照图15、图16)。此处,图15、图16是分别表示形成于上述蜂窝结构体40的隔壁41的表面层42以及导电性被膜层43的概略构成的一个例子的局部放大端面图。

[0080] 表面层42可以为单层,也可以为多层。可以在隔壁41的隔壁表面41a形成有导电性被膜层43的基础上,形成表面层42(参照图15),也可以在隔壁41的隔壁表面41a形成有表面层42的基础上,形成导电性被膜层43(参照图16)。此处,“具有透气性”是指:表面层42的渗透率为 $1.0 \times 10^{-13}\text{m}^2$ 以上。从进一步降低压力损失的观点考虑,渗透率优选为 $1.0 \times 10^{-12}\text{m}^2$ 以上。通过表面层42具有透气性,能够抑制由表面层42所引起的压力损失。

[0081] 另外,本说明书中,“渗透率”是指:利用下述数学式1计算出的物性值,是作为表示规定的气体从其中(隔壁)通过时的通过阻力的指标的值。此处,下述数学式1中,C表示渗透率(m^2),F表示气体流量(cm^3/s),T表示试样厚度(cm),V表示气体粘性($\text{dynes} \cdot \text{sec}/\text{cm}^2$),D表示试样直径(cm),P表示气体压力(Psi)。应予说明,关于下述数学式1中的数值, $13.839(\text{Psi}) = 1(\text{atm})$, $68947.6(\text{dynes} \cdot \text{sec}/\text{cm}^2) = 1(\text{Psi})$ 。

[0082] [数学式1]

$$[0083] \quad C = \frac{8 F T V}{\pi D^2 (P^2 - 13.839^2) / 13.839 \times 68947.6} \times 10^{-4}$$

[0084] 在测定渗透率时,切出带有表面层42的隔壁41,以带有该表面层42的状态测定渗透率后,测定将表面层42削掉的状态下的渗透率,根据表面层42的厚度与隔壁41的厚度之间的比率和它们的渗透率测定结果,计算出表面层42的渗透率。

[0085] 此外,蜂窝结构体的隔壁的形状没有特别限定,可以从圆形、椭圆形、三角形、四边形、六边形以及其他多边形等中选择任意的形状。例如,可以使用将隔壁呈辐射状地配置的蜂窝结构体,在该蜂窝结构体的供流体流通的流路表面形成导电性被膜层,也可以使用端面形状为环状的蜂窝结构体(未图示)。此外,蜂窝结构体的外形、外周壁厚度、内周壁厚度、隔壁密度、隔壁的隔壁厚度、隔壁密度等可以任意地设定。

[0086] 在蜂窝结构体的供流体流通的流路表面具备导电性被膜层4的情况下,并不一定在所有流路(隔壁3)都具备导电性被膜层4,可以在一部分具备导电性被膜层4。这种情况下,待形成导电性被膜层4的隔壁3可以基于规定的图案而任意地指定(参照图4A、4B、4C)。此处,图4A等示意性地示出流体加热部件1的截面。

[0087] 图4A中,假设了流体在流体加热部件1的中央附近容易流动的情形,仅在位于中央附近的隔壁3形成有导电性被膜层4。由此,能够对在中央附近流动的流体有效率地进行加热。另一方面,图4B以及图4C中,假设了预测通过感应加热而使流体加热部件1的外周附近成为特别高的温度的情形,考虑流体加热部件1的中央附近(内部)与外周附近(外部)之间的加热平衡而分别配置导电性被膜层4。这种情况下,关于导电性被膜层4的配置,可以按规定图案有规则地配置,或者可以随机地选择待设置导电性被膜层4的隔壁3。此外,在将导电性被膜层4覆设于各隔壁3的情况下,还可以任意地变更各被膜层厚度。即,可以使覆设于外周附近的隔壁3的导电性被膜层4的被膜厚度比覆设于中央附近的隔壁3的导电性被膜层4的被膜层厚度薄(或者厚)。由此,能够进一步调整中央附近以及外周附近的加热平衡。

[0088] 例如,在所有流路(隔壁3)都覆设有导电性被膜层4的情况下,有可能产生如下现象:接近于感应加热线圈的导电性被膜层4被有效率地加热,而流体加热部件1的内部(中央附近)的导电性被膜层4的加热效率降低。这是因为:电流在导电性被膜层中流通的情况下,产生与由感应加热线圈产生的磁场相反的磁场,预测磁场会彼此抵消。因此,特别是在想要对流体加热部件1的内侧进行加热的情况下,可以构成为没有将导电性被膜层4覆设于外周附近的一部分的隔壁3,以使其不会产生上述的磁场抵消的现象,或者,可以构成为通过对设置导电性被膜层4的部位局部地进行限制,使得由感应加热线圈产生的磁场到达至流体加热部件1的内部。

[0089] 另一方面,在将导电性孔部被膜层7覆设于多孔质体(蜂窝结构体2)的孔部的内侧(孔内周面)的情况下,除了设置于所有孔部以外,也可以在至少一部分形成有导电性孔部被膜层7。这种情况下,设置导电性孔部被膜层7的部位(隔壁6)的位置可以基于规定图案而任意设定(参照图5A、5B、5C)。此处,图5A等示意性地示出流体加热部件1的截面。

[0090] 图5A中,在流体加热部件1的中央附近的隔壁3仅设置有导电性被膜层4,而没有在将该隔壁3区划开的隔壁6设置导电性孔部被膜层7。此外,在比这些中央附近更靠外侧的区域(中间区域)覆设有导电性被膜层4以及导电性孔部被膜层7,进而,流体加热部件1的外周附近再次仅设置有导电性被膜层4。图5B中,与图5A相反,在中央附近的隔壁3覆设有导电性被膜层4以及导电性孔部被膜层7,然后,朝向外周附近而交替地设置仅有导电性被膜层4的区域和导电性被膜层4+导电性孔部被膜层7的区域。图5C中,示出导电性孔部被膜层7的形成区域的另一例。这些流体加热部件与前述的图4A等中示出的流体加热部件1同样地,实现中央附近与外周附近之间的加热平衡的调整。

[0091] 导电性被膜层4以及导电性孔部被膜层7(以下也称为“导电性被膜层4等”)可以利用例如镀敷法、真空蒸镀法、金属化法、CVD法(化学气相沉积法)等众所周知的方法形成于蜂窝结构体2的隔壁3的隔壁表面3a。为了使被膜层厚度变薄且均匀、并形成没有缺陷的导电性被膜层4等,优选采用镀敷法或者CVD法。应予说明,下文中,对包括导电性被膜层4等的形成方法在内的流体加热部件的制造方法的详细内容进行说明。

[0092] 构成导电性被膜层4等的材质没有特别限定,例如在镀敷法的情况下,可以将Ni、

Ni—P、Ni—Fe、Ni—W、Ni—B—W、Ni—Co、Ni—Cr、Ni—Cd、Ni—Zn、Cr、其他铬酸盐处理被膜、Co—W、Fe—W、Fe—Cr、Cr—C、以及Zn—Fe等众所周知的材料组合使用。

[0093] 此外,除了上述材料以外,还可以使用锡(Sn)、锌(Zn)、金(Au)、银(Ag)、铜(Cu)、铂(Pt)、铑(Rh)、钯(Pd)、以及镉(Cd)等金属元素。另外,可以根据需要使碳化物(碳化硅、碳化钨、碳化铬、碳化硼等)、氧化物(氧化铝、二氧化硅、氧化锆、氧化钨、二氧化钛、二氧化钼等)、石墨、氮化硼、以及各种功能性粒子复合化。另外,根据需要,进行封孔处理也是优选的方案之一。通过进行封孔处理,能够提高耐热性、防锈性等,从而能够使作为流体加热部件的耐久性得到提高。

[0094] 另一方面,在通过CVD法形成导电性被膜层4等的情况下,没有特别限定,例如可以使用金属CVD法、等离子CVD法、热CVD法等。

[0095] 此处,如上所述,导电性被膜层4等在与流体F的流通方向(蜂窝结构体2的轴向A)正交的蜂窝结构体2的截面上,必须沿着该蜂窝结构体2的隔壁3的隔壁表面3a(流路表面)在至少一部分电连接(参照图2)。如上所述,本发明的流体加热部件利用电磁感应加热方式而从外部被加热,并不是在流体加热部件1本身设置加热单元。

[0096] 因此,如果存在没有沿着隔壁表面3a电连接的(电中断而断续的)部位,则感应加热的效率在该部位变差,因此,加热速度变慢,为了加热到规定的温度,需要更多的输出功率,或者,必须大幅提高频率,因此,电磁感应加热装置变得大型或者昂贵,作为汽车等的车载用途不理想。另外,有可能产生发生局部加热或放电等不良情况。为了防止这些现象,并且能够在整个流体加热部件1均匀且有效率地加热,抑制放电的发生,而使其处于在至少一部分沿着隔壁表面3a电连接的状态。根据同样的理由,导电性被膜层4和导电性孔部被膜层7也必须电连接。

[0097] 此处,将不适合的流体加热部件10a、10b的例子分别示于图6以及图7。即,图6的流体加热部件10a的情况下,虽然形成有将隔壁11的隔壁表面11a被覆的导电性被膜层12a,但是导电性被膜层12a在隔壁表面11a的一部分中断,在截面上没有呈环状。即,导电性被膜层12a隔开规定的间隙而非连续地形成。

[0098] 另一方面,图7的情况下,将隔壁11的隔壁表面11b被覆的导电性被膜层12b在截面上非连续地形成,且形成于隔壁13的内部孔部(未图示)的导电性孔部被膜层14没有与导电性被膜层12b电连接。即,其状态与图6相同。这种情况下,在利用电磁感应加热方式的加热中,流体加热部件10a、10b中的加热时的温度分布产生局部的偏向,无法将流体加热部件10a、10b整体均匀地加热。

[0099] 此外,导电性被膜层4和/或导电性孔部被膜层7可以呈多层结构。例如,可以由与蜂窝结构体2的隔壁3的隔壁表面3a相抵接的抵接层、以及在该抵接层上层叠至少一层以上而得的堆叠层构成。应予说明,为了使与蜂窝结构体2的隔壁3的隔壁表面3a的接合性变得良好,上述抵接层特别优选为与陶瓷材料的相容性良好、热膨胀率小、硬度低、且在高温下不会与作为基材的陶瓷材料(碳化硅、堇青石等)发生反应的、由化学镀形成的化学镀层。

[0100] 另一方面,层叠于上述化学镀层的堆叠层可以分别为根据导电性被膜层4或导电性孔部被膜层7所要求的特性而特殊化的材质。例如,为了进行电磁感应加热,至少具有由强磁性体的材料形成的感应加热层,并且,可以进一步具备层叠于感应加热层之上的耐热层,该耐热层含有耐热性、耐腐蚀性、耐热冲击性优异的Cr、Si、Al、Ni、W、B、Au、Rd、Pd、Pt中

的至少一种金属元素。由此,能够在导电性被膜层整体发挥出与多孔质体的接合性、加热性、以及耐热性等优异的效果。应予说明,图1~图11中,导电性被膜层4等分别以单层示出,以便简化图示。

[0101] 导电性被膜层4的被膜层厚度优选为 $0.1\mu\text{m}\sim 500\mu\text{m}$,更优选为 $0.3\mu\text{m}\sim 200\mu\text{m}$,进一步优选为 $0.5\mu\text{m}\sim 50\mu\text{m}$,特别优选为 $0.5\mu\text{m}\sim 10\mu\text{m}$ 。通过使导电性被膜层4的被膜层厚度在上述范围内,能够抑制由与蜂窝结构体2之间的热膨胀率不同所导致的被膜层自隔壁表面3a剥离或蜂窝结构体2开裂。如果被膜层厚度过厚,则容易发生上述剥离等不良情况,另外,热容量增加到需要量以上,电阻也降低,所以加热效率、加热速度有时会恶化,另一方面,如果被膜层厚度过薄,则产生利用电磁感应加热方式的加热效率显著降低的问题。因此,导电性被膜层4的被膜层厚度必须在上述范围内。

[0102] 应予说明,上述的多层结构的导电性孔部被膜层7的被膜层厚度为 $0.1\mu\text{m}\sim 10\mu\text{m}$,更优选为 $0.1\mu\text{m}\sim 5\mu\text{m}$,进一步优选为 $0.3\mu\text{m}\sim 3\mu\text{m}$,特别优选为 $0.5\mu\text{m}\sim 1\mu\text{m}$ 。通过使导电性孔部被膜层7的被膜层厚度在上述范围内,能够抑制由与蜂窝结构体2之间的热膨胀率不同所导致的被膜层自隔壁表面3a剥离或蜂窝结构体2开裂。另外,如果被膜层厚度过厚,则多孔质的特性产生不良情况,另一方面,如果被膜层厚度过薄,则产生电磁感应加热方式的加热效率明显降低的问题。因此,导电性孔部被膜层7的被膜层厚度必须在上述范围内。

[0103] 2. 流体加热部件的制造方法

[0104] 接下来,对流体加热部件1(或流体加热部件1a)的制造方法的一个例子进行说明。流体加热部件1等是使用上述说明的镀敷法、CVD法等,在多孔质体的蜂窝结构体2的隔壁3的隔壁表面3a形成有导电性被膜层4的部件。因此,如图8所示,使作为导电性被膜层4的原料的气体、液体等原料流体G从蜂窝结构体2的一个端面5a朝向另一个端面5b在蜂窝结构体2的内部流通,使隔壁表面3a与原料流体G接触(原料流体流通工序)。在该状态下,能够利用上述镀敷法、CVD法等,在隔壁表面3a形成被膜,设置导电性被膜层4。

[0105] 此外,在隔壁6的内部的孔部设置导电性孔部被膜层7的情况下,预先按照规定的配设基准相对于在蜂窝结构体2的一个端面5a呈开口的隔壁3设置封孔部8,并且,相对于另一个端面5b的剩余隔壁3也同样地设置多个封孔部8(封孔工序、参照图9)。

[0106] 在该状态下,与上述图8同样地,使原料流体G在蜂窝结构体2的内部流动,由此,由于隔壁3的一部分被封孔部8密封,所以原料流体G从多孔质的隔壁6通过而向邻接的隔壁3流动,从另一个端面5b排出。由此,能够利用从隔壁6通过的原料流体G在隔壁6的孔部形成导电性孔部被膜层7。应予说明,由于封孔部8的形成方法、以及镀敷法、CVD法等导电性被膜层4以及导电性孔部被膜层7的形成方法本身是众所周知的,所以此处省略详细内容。

[0107] 在蜂窝结构体2没有设置封孔部8的情况下,还可以将蜂窝结构体2的一个端面5a以及另一个端面5b分别用众所周知的封孔夹具(未图示)被覆,使原料流体G从蜂窝结构体的多孔质的隔壁6内通过而向邻接的隔壁3流动。然后,在形成导电性被膜层4等之后,将封孔夹具从一个端面5a等除去,由此,无需形成封孔部就能够得到导电性孔部被膜层7。

[0108] 导电性被膜层4以及导电性孔部被膜层7(以下称为“导电性被膜层4等”)可以利用例如镀敷法、真空蒸镀法、金属化法、CVD法(化学气相沉积法)法等众所周知的方法形成于蜂窝结构体2的隔壁3的隔壁表面3a或隔壁6的孔部。为了使被膜层厚度均匀且形成没有缺陷的导电性被膜层4等,优选采用镀敷法或者CVD法。这些方法是众所周知的,且就能够以

低成本形成这一点而言,还具备可实施的优点。

[0109] 另外,通过对原料流体G通过的位置进行限制、例如使原料流体G仅在蜂窝结构体的中央部通过,还能够将上述的导电性被膜层4等仅形成于中央部。通过对原料流体G通过的位置进行图案化、或者分为多个阶段来形成导电性被膜层4等,能够将厚度不同的导电性被膜4等形成于任意位置。(参照图4A、4B、4C、以及图5A、5B、5C等)。

[0110] 在蜂窝结构体的隔壁的表面的至少一部分形成具有透气性的表面层的情况下,该表面层优选将隔壁的至少一面覆盖。作为形成表面层的方法,主要有以下3个方法。

[0111] • 使包含表面层形成粒子和以金属或玻璃为主成分的粘结材料的浆料流入蜂窝结构体的隔室内,形成涂膜,将该涂膜于金属的熔点、或玻璃的软化点以上的温度进行加热,形成表面层的方法。

[0112] • 使包含表面层形成粒子和以二氧化硅或氧化铝为主成分的接合材料的浆料流入蜂窝结构体的隔室内,形成涂膜,对该涂膜进行加热,使二氧化硅或氧化铝固化,形成表面层的方法。

[0113] • 使包含表面层形成粒子和上述粘结材料或上述接合材料的气体流入蜂窝结构体的隔室内、或者使仅包含表面层形成粒子的气体流入蜂窝结构体的隔室内,形成涂膜,对该涂膜进行加热,形成表面层的方法。

[0114] 对于使浆料流入蜂窝结构体的隔室内,例如使浆料在蜂窝结构体的隔室内流通、或者将浆料浸渍于蜂窝结构体的隔室内即可。此处,在使用以金属或玻璃为主成分的粘结材料的情况下,在制造时需要在蜂窝基材的耐热温度以下使其暂时熔融或软化,因此,优选在粘结材料的熔点或软化点的温度以上对涂膜进行加热。

[0115] 另外,在蜂窝结构体的使用环境下,最高温度达到约700℃,因此,更优选使用具有该温度以上的熔点或软化点的金属或玻璃。作为具体的熔点或软化点,例如为800~1200℃。

[0116] 另一方面,在使用以二氧化硅或氧化铝为主成分的接合材料的情况下,优选在制造时接合材料可以通过加热干燥而固化。作为可以通过加热干燥使上述接合材料固化的材料,例如可以举出二氧化硅或氧化铝的胶体分散体,也可以为包含二氧化硅以及氧化铝的胶体分散体。

[0117] 另外,蜂窝结构体的使用环境下的最高温度达到约700℃,因此,更优选使用具有该温度以上的耐热温度的二氧化硅或氧化铝。使浆料流入蜂窝结构体的隔室内,然后,在蜂窝结构体下游安装吸引夹具,从蜂窝结构体下游、亦即另一个开口端部侧进行吸引,除去剩余水分,形成涂膜。作为对该涂膜进行加热处理的条件,优选于温度800~1200℃进行0.5~3小时的加热。

[0118] 在使用以氧化铝、二氧化硅为主成分的接合材料的情况下,使浆料流入隔室内的工序可以在蜂窝成型、干燥的阶段进行。这种情况下,使浆料流入隔室内后,对该表面层形成前的蜂窝结构体进行干燥,然后,在蜂窝结构体的烧成工序中,同时进行表面层形成粒子固定于接合材料而形成表面层的工序。

[0119] 优选二氧化硅或氧化铝表现出通过干燥而固化的效果。另外,除了添加上述以金属、玻璃为主成分的粘结材料以外,还可以预先将以金属或玻璃为主成分的粘结材料涂覆于表面层形成粒子。另外,可以设置形成包含表面层形成粒子和粘结材料的复合粒子的工

序。

[0120] 可以通过将例如表面层形成粒子、上述接合材料或上述粘结材料、有机粘合剂、以及水或醇混合来得到浆料。此外,可以在浆料中进一步加入油脂和表面活性剂,进行混合、乳化。另外,可以在浆料中混入用于对表面层的气孔率进行控制的造孔剂。作为造孔剂,例如可以使用粒径 $0.5\mu\text{m}\sim 10\mu\text{m}$ 的树脂粒子、淀粉粒子、碳粒子等。

[0121] 作为使包含表面层形成粒子、以及上述粘结材料或上述接合材料的气体流入蜂窝结构体的隔室内的方法,例如通过将包含表面层形成粒子的气体以 $0.005\sim 0.4\text{升}/\text{cm}^2$ 吹入隔室中,而使悬浮状态的表面层形成粒子堆积于隔壁的表面。然后,在例如 $800\sim 1200^\circ\text{C}$ 、 $0.5\sim 3$ 小时的条件下进行热处理,由此,使表面层形成粒子热粘结于隔壁的表面而固定,形成表面层。

[0122] 另外,在使仅包含表面层形成粒子的气体流入蜂窝结构体的隔室内的情况下,例如通过将包含表面层形成粒子的气体以 $0.005\sim 0.4\text{升}/\text{cm}^2$ 吹入隔室中,而使悬浮状态的表面层形成粒子堆积于隔壁的表面,然后,在 $1280\sim 1330^\circ\text{C}$ 、 $0.5\sim 3$ 小时的条件下进行热处理,由此,使表面层形成粒子热粘结于隔壁的表面而固定,形成表面层。

[0123] 包括不使用粘结材料以及接合材料而仅使表面层形成粒子流入隔室内的方法在内,使上述的浆料或气体流入蜂窝结构体的隔室内的方法中,可以使有机粘合剂混合于浆料或气体。通过加入有机粘合剂,能够在通过加热形成表面层的工序之前的阶段将涂膜预固定。

[0124] 作为有机粘合剂,优选在通过加热形成表面层的工序的温度以下、即 800°C 以下的氧化气氛下被氧化除去的材料。另外,优选使用与作为制造蜂窝结构体时的造孔剂而使用的粘合剂相同的粘合剂。

[0125] 3.流体加热部件复合体

[0126] 通过将多个如上所述构成的本发明的流体加热部件组合,能够形成一体地构建的流体加热部件复合体30a、30b。此处,图10是示出流体加热部件复合体30a构建前的状态的分解立体图,图11是示出图10的流体加热部件复合体30a构建后的概略构成的立体图,图12是示出另一例构成的流体加热部件复合体30b构建前的状态的分解立体图,图13是示出图12的流体加热部件复合体30b构建后的概略构成的立体图。

[0127] 如图10以及图11所示,流体加热部件复合体30a是将多个流体加热部件34组合而构成的,该多个流体加热部件34具备:棱柱状的蜂窝结构体31、以及沿着蜂窝结构体31的隔室32的隔室表面32a形成的导电性被膜层33。

[0128] 即,使用形状相同的9个流体加热部件34,按使蜂窝结构体31的侧周面彼此相对的方式组合成纵3个 $\times$ 横3个。应予说明,流体加热部件34的接合使用将陶瓷材料彼此接合时的众所周知的接合剂等,所以此处省略详细的说明。由此,形成可以用于大型汽车或工作机械等的加热系统的流体加热部件复合体。这种情况下,在与流体F的流通方向正交的截面上,导电性被膜层33也分别电连接。

[0129] 此外,可以构成图12以及图13所示的另一例构成的流体加热部件复合体30b。另一例构成的流体加热部件复合体30b是将5个棱柱状的流体加热部件34和4个不具有导电性被膜层以及导电性孔部被膜层的棱柱状的蜂窝结构体35交替配置并组合成纵3个 $\times$ 横3个得到的复合体。这种情况下,也能够利用电磁感应加热方式对流体F有效率地进行加热。应予

说明,对与图10以及图11中示出的流体加热部件复合体30a相同的构成标记同一编号,省略说明。

[0130] 实施例

[0131] (1) 蜂窝结构体

[0132] 制造将SiC或者堇青石作为主成分的蜂窝结构体。首先,对被调整为规定粒度、调合量的SiC粉末或者堇青石化原料、粘合剂、水等进行混炼,得到成型用原料,将该成型用原料挤出成型为所期望的形状,使其干燥得到蜂窝成型体后,加以适当加工,于高温进行烧成,得到基材为SiC或者堇青石的蜂窝结构体。此处,对于SiC,使用蜂窝直径为43mm、轴向的蜂窝长度为23mm的尺寸的蜂窝结构体,对于堇青石,使用蜂窝直径为82mm、轴向的蜂窝长度为85mm的尺寸的蜂窝结构体。由于蜂窝结构体的制造方法众所周知,所以省略详细的说明。实施例1、2、以及比较例2、3中,通过变更成型用原料的配合比等,将蜂窝结构体的气孔率调整为35%。另一方面,实施例3以及比较例1中,进行Si含浸烧成,以使蜂窝结构体的气孔率为2%以下。另外,实施例4~6、比较例4~7中,将蜂窝结构体的气孔率调整为45%。

[0133] (2) 流体加热部件的制造(导电性被膜层的形成)

[0134] 相对于由上述(1)得到的SiC蜂窝结构体的隔室的隔室表面,形成导电性被膜层。此处,作为导电性被膜层,实施例1实施了Ni-P镀敷,实施例2、3实施了Ni-B镀敷。所形成的导电性被膜层在与流体的流通方向正交的流路(隔室)的截面上,均以电连接的状态将流路的截面的隔室的隔室表面被覆。应予说明,实施例1~3中的导电性被膜层的被膜层厚度均调整为在隔室表面为约2 μ m。应予说明,由于镀敷的详细情况是众所周知的,所以此处省略说明。另一方面,比较例1、2没有进行导电性被膜层的形成。另外,比较例3沿着流体的流通方向在流路(隔室)断续地形成了导电性的被膜层,在与流体的流通方向正交的流路(隔室)的截面上,以没有电连接的状态将流路的截面的隔室的隔室表面被覆。

[0135] 实施例4~6使用堇青石蜂窝结构体。该堇青石蜂窝结构体形成:相对于蜂窝结构体的隔室表面形成具有透气性的表面层,在该表面层上被覆导电性被膜层的多层结构。此处,表面层是涂布包含作为表面层形成粒子的二氧化硅、氧化铝、氧化镁等氧化物粒子、以及粘结剂(玻璃)的浆料并进行干燥,实施规定的热处理而形成的。表面层的厚度均调整为在隔室表面为约30 μ m。作为表面层形成粒子,实施例4中使用二氧化硅,实施例5中使用氧化铝,实施例6中使用氧化镁。

[0136] 进而,形成表面层后,如下形成导电性被膜层43。在蜂窝结构体40的与流体的流通方向A正交的流路(隔室45)的截面46上(参照图17),以一个隔室45为基准,使镀敷液于在前后以及左右各隔开一个隔室的间隔的隔室45内流动,进行导电性被膜层43的被覆处理。由此,仅在镀敷液流经的配置成棋盘格状(棋盘格图案)的隔室45的隔室表面(未图示)的表面层之上形成有作为导电性被膜层43的NiB镀层。此处,导电性被膜层43的被膜厚度为1~2 μ m,且以电连接的状态覆设。

[0137] 另一方面,比较例4、5中,没有进行导电性被膜层的形成,除此以外,与实施例4~6同样地制作形成有表面层的堇青石蜂窝结构体。另外,比较例6、7与实施例4~6同样地制作形成有表面层的堇青石蜂窝结构体,并如下形成导电性被膜层。利用与图17同样的配置,沿着流体的流通方向相对于流路(隔室)断续地形成导电性被膜。该比较例6、7的导电性被膜在与流体的流通方向正交的流路(隔室)的截面上,以没有电连接的状态将流路的截面的隔

室的隔室表面被覆。

[0138] (3) 感应加热试验

[0139] 使用具备图14所示的概略构成的感应加热试验装置100,实施作为流体加热部件的蜂窝结构体的感应加热试验。此处,感应加热试验装置100具备:高频电源装置101,其产生高频;柔性馈线103,其借助馈线管道102而与高频电源装置101电连接;加热线圈104,其与柔性馈线103的一端连接;壳体105,其配置于加热线圈104的周围;以及热像仪107,其配置于收纳在加热线圈104的内部的蜂窝结构体106(流体加热部件)的上方,且以非接触的方式测定利用加热线圈104进行感应加热时的蜂窝结构体106的温度(一个端面106a的温度)。此处,热像仪107也称为热成像照相机,例如可以使用CHINO制的CPA-2300等。

[0140] 对于感应加热试验,首先,在将试验对象的蜂窝结构体106配置于感应加热试验装置100的加热线圈104的内部空间的状态下,由高频电源装置101产生高频电流,使高频电流在借助馈线管道102以及柔性馈线103与高频电源装置101连接的加热线圈104中流通。由此,加热线圈104中产生高频磁通。设置在所产生的高频磁通之中的蜂窝结构体106产生感应电流并被加热。本实施例中,高频电源装置101的最大输出功率为40kW,频率为30kHz~400kHz,在10%~100%的范围内调整输出功率控制的范围。应予说明,加热线圈104是采用:使用铜制管的、线圈的内径ID为 $\phi 80\text{mm}$ 或者 $\phi 100\text{mm}$ 、线圈长度L为200mm的圆形线圈构成的。此外,使冷却水在加热线圈104的铜制管的管内部流动。应予说明,向加热线圈104的内部供给冷却水的详细情况在此处省略说明。

[0141] (4) 温度的测定方法

[0142] 在使用上述的感应加热试验装置100进行感应加热试验时,利用设置于加热线圈104的上方的热像仪107,俯视地测定蜂窝结构体106的一个端面106a的温度,将所测定的一个端面106a的最低的(中央位置的)温度作为测定温度。

[0143] (5) 实验条件1

[0144] 对于通过上述(1)得到的SiC蜂窝结构体,将高频电源装置101中的频率固定为约30kHz,将高频电流的输出功率在10%~100%之间设定为任意的输出功率值后,利用上述(4)所示的方法,通过热像仪107来测定加热速度。此处,根据搭载于高频电源装置101的电压计、以及电流计(未图示)的数值,计算出向加热线圈104输出高频电流时的感应加热输出功率(kW)。此外,测定从开始输出高频电流至蜂窝结构体106的测定温度到达300℃为止的到达时间,将其作为“经过时间”。应予说明,在到达300℃为止的时间为60s以上的情况下、或者升温在中途停止的情况下,记录该时刻下的到达温度以及经过时间。

[0145] (6) 实验条件2

[0146] 对于通过上述(1)得到的堇青石蜂窝结构体,按高频电源装置101中的感应加热输出功率(kW)为约4kW的方式将高频电流的输出功率在10%~100%之间进行调整,且将频率变更为30、80、360kHz这3种条件,利用上述(4)所示的方法,通过热像仪107来测定加热速度。关于加热速度,与实验条件1同样地,测定从开始输出高频电流至蜂窝结构体106的测定温度到达300℃为止的到达时间,将其作为“经过时间”。应予说明,在到达300℃为止的时间为60s以上的情况下、或者升温在中途停止的情况下,记录该时刻下的到达温度以及经过时间。将上述(3)~(6)的试验结果汇总,示于下表1、2。

[0147] 表1

[0148]

	蜂窝结构体（多孔质体）			基材	基材的 气孔率	导电性被膜层	被膜厚度	感应加热 输出功率	经过时间	到达温度
	蜂窝直径	蜂窝长度	金属种类 / 形成方法							
						%				
单位	mm	mm					μm	kW	s	℃
实施例1	43	23	SiC	35	Ni-P / 镀敷	2	2.8	27	300	
实施例2	43	23	SiC	35	Ni-B / 镀敷	2	3.5	15	300	
实施例3	43	23	SiC	2以下	Ni-B / 镀敷	2	5.9	9	300	
比较例1	43	23	SiC	2以下	无被膜	-	3.5	60	300	
比较例2	43	23	SiC	35	无被膜	-	2.8	300	50	
比较例3	43	23	SiC	35	Ni-B / 断续	2	4.8	300	100	

※加热条件） 感应线圈：φ 80、频率：30kHz

[0149] 表2

[0150]

	蜂窝结构体（多孔质体）			基材	基材的 气孔率	表面层		导电性被膜层 金属种类/ 形成方法	被膜厚度	频率	经过时间	到达温度
	蜂窝直径	蜂窝长度				氧化物粒子						
		mm	mm				μm					
单位					%				μm	kHz	s	℃
实施例4	82	85		堇青石	45	30		Ni-B / 镀敷	2	80	60	300
实施例5	82	85		堇青石	45	30		Ni-B / 镀敷	1	360	55	300
实施例6	82	85		堇青石	45	30		Ni-B / 镀敷	2	360	35	300
比较例4	82	85		堇青石	45	30		无被膜	-	80	300	无温度变化
比较例5	82	85		堇青石	45	30		无被膜	-	360	300	无温度变化
比较例6	82	85		堇青石	45	30		Ni-B / 断续	0.5	80	300	150
比较例7	82	85		堇青石	45	30		Ni-B / 断续	0.5	360	300	250

※加热条件） 感应线圈：φ 100、感应加热输出功率：4kW

[0151] (7) 总结

[0152] 关于实验条件1,如表1所示,满足本发明的必要条件的实施例1~3在SiC蜂窝结构体的感应加热试验中,从开始加热算起的经过时间均能够在30s以内到达至300℃。特别是,

实施例3中,能够以9s到达至300℃。应予说明,虽然表1中没有特别示出,但是不会产生在感应加热试验后的流体加热部件、特别是蜂窝结构体发生开裂等不良情况。因此,通过用作尾气净化用催化剂的加热系统的一部分,能够在发动机刚启动后就使催化剂活化,可期待对油耗改善发挥出较大的效果。

[0153] 应予说明,在实施例1~3的流体加热部件中,没有因蜂窝结构体(多孔质体)的隔室表面所形成的导电性被膜层的金属种类(Ni-P、或Ni-B)而看到特别大的显著性,确认了在本发明规定的范围内就能够得到良好的结果。

[0154] 另一方面,在不具有导电性被膜层的流体加热部件(比较例1、2)的情况下,确认到:即便使用具有导电性的SiC蜂窝基材,自感应加热试验开始加热算起的经过时间经过60s,才勉强升温至300℃,或者即便经过300s,仍停留在50℃左右。另外,在比较例3那样的断续的导电性被膜层的情况下,确认到:无法发挥出有效的加热效率,即便经过300s,仍停留在100℃左右。即,根据与比较例1~3的比较,显示出:本发明中的导电性被膜层的存在是必须的。特别是,在基材(SiC)的气孔率较高的情况下,特别明显地显示出该趋势。因此,没有满足本发明的必要条件的流体加热部件显示出无法进行迅速的加热、升温。因此,确认到不易用于油耗改善用的加热系统。

[0155] 关于实验条件2,在使用了堇青石蜂窝基材的感应加热试验中,如表2所示,确认到:具有电连接的导电性被膜层的实施例4~6尽管具有实验条件1的10倍以上的容积,但是,自开始加热算起的经过时间均在60s以内就到达至300℃。特别是,实施例6中,能够以35s到达至300℃。应予说明,虽然表2中没有特别示出,但是,不会产生在感应加热试验后的流体加热部件、特别是蜂窝结构体发生开裂等不良情况。因此,通过用作尾气净化用催化剂的加热系统的一部分,能够在发动机刚启动后就使催化剂活化,可期待对油耗改善发挥出较大的效果。

[0156] 另一方面,在不具有导电性被膜层的流体加热部件(比较例4、5)的情况下,自感应加热试验开始加热算起的经过时间经过300s,并没有看到温度变化。另外,在比较例6、7那样的断续的导电性被膜层的情况下,确认到:无法发挥出有效的加热效率,即便经过300s,仍停留在250℃以下。应予说明,在实施例4~6的流体加热部件中,可知如下结果:加热速度因感应加热条件的频率而发生变化,频率越高,加热速度越大,能够有效率地进行加热,但是,在比较例4~6中,即便提高频率,也无法到达300℃。即,确认到:导电性被膜层的存在对感应加热是有效的。另外,确认:通过存在连续的导电性被膜层,能够降低感应加热装置的频率。

[0157] 产业上的可利用性

[0158] 本发明的流体加热部件、流体加热部件的制造方法、以及流体加热部件复合体可以在用于对汽车油耗改善用的尾气净化用催化剂进行加热的加热系统等进行使用。

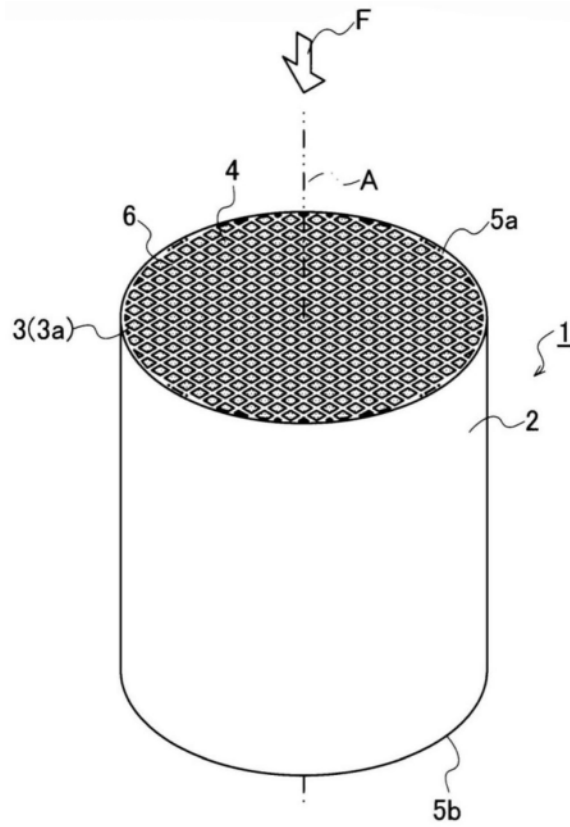


图1

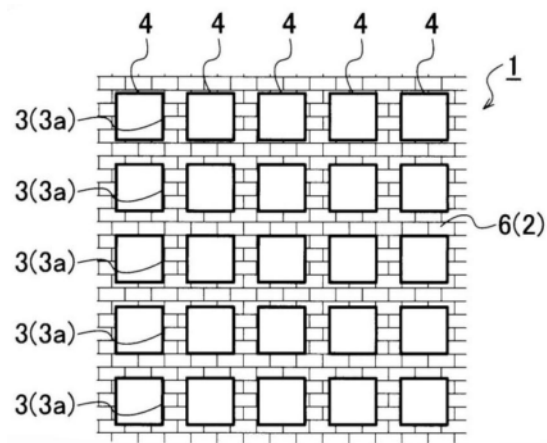


图2

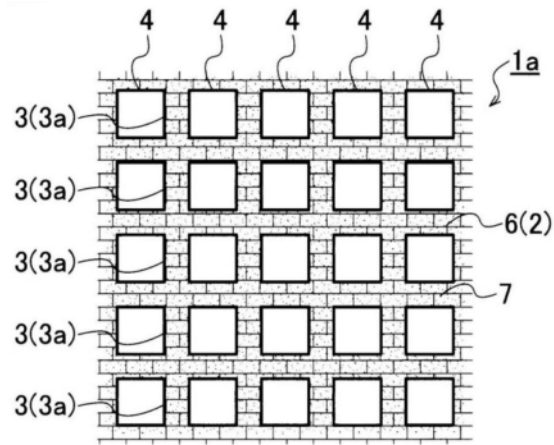


图3

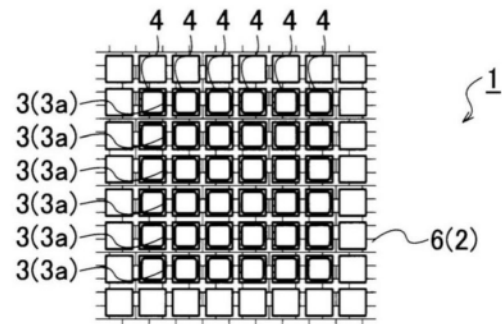


图4A

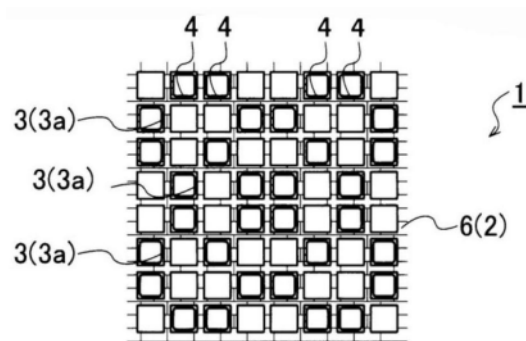


图4B

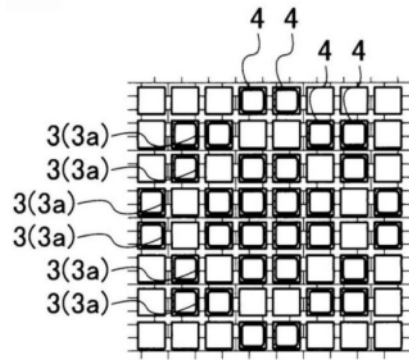


图4C

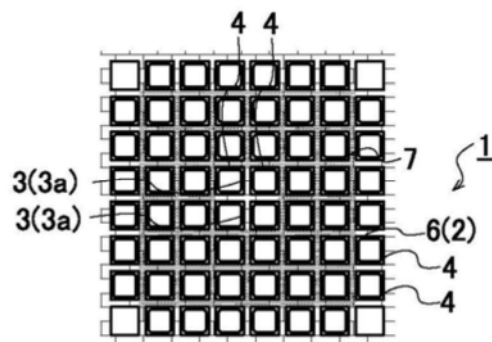


图5A

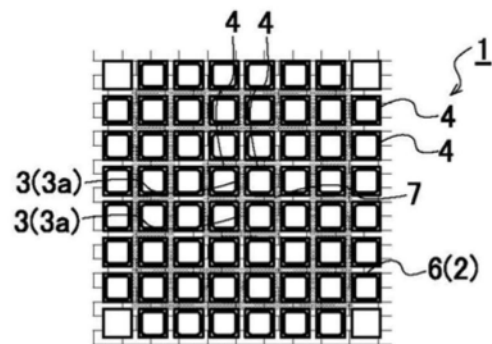


图5B

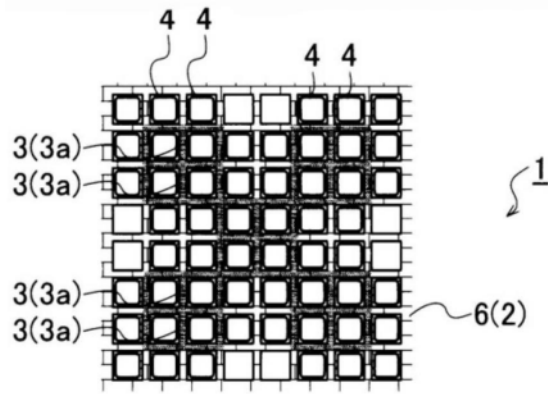


图5C

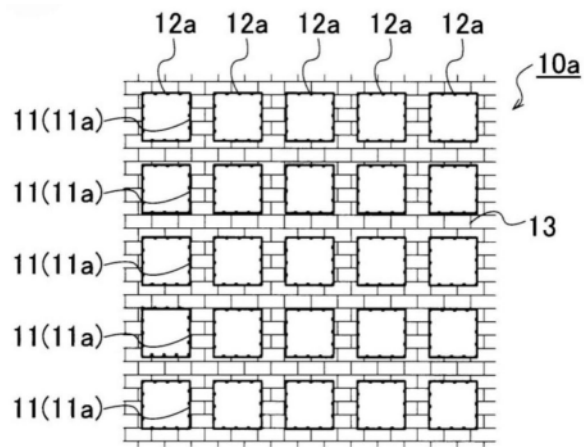


图6

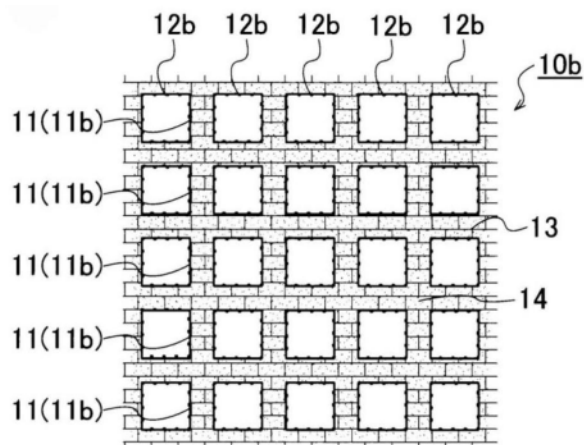


图7

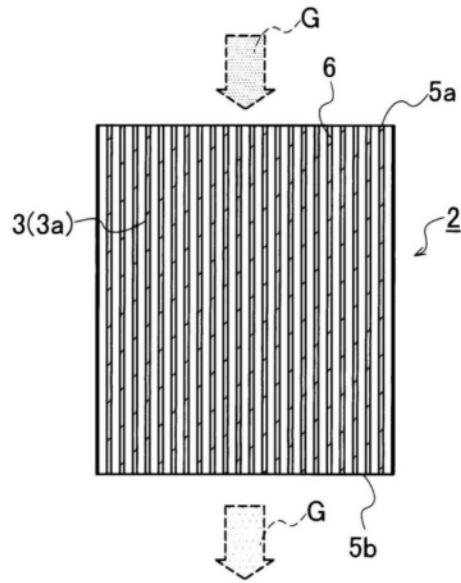


图8

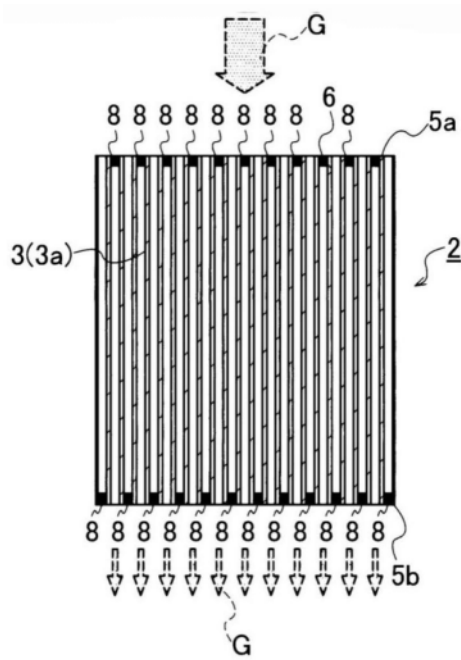


图9

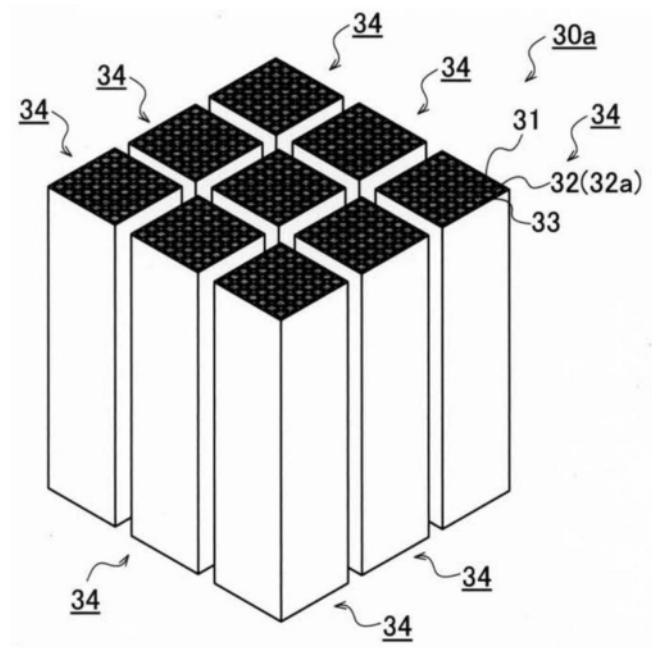


图10

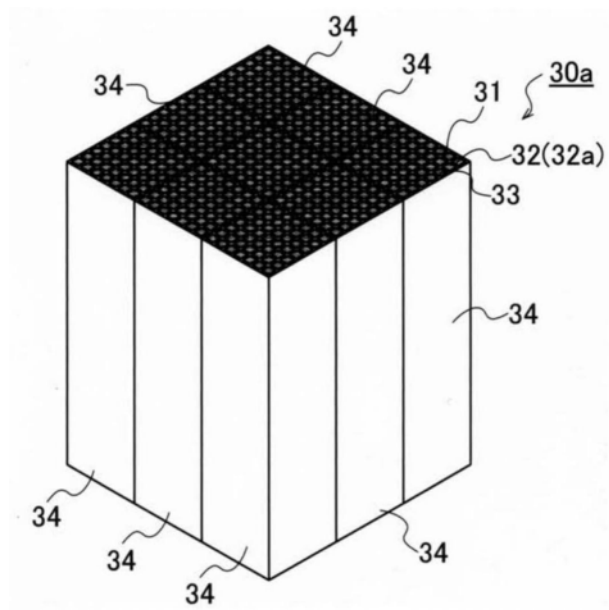


图11

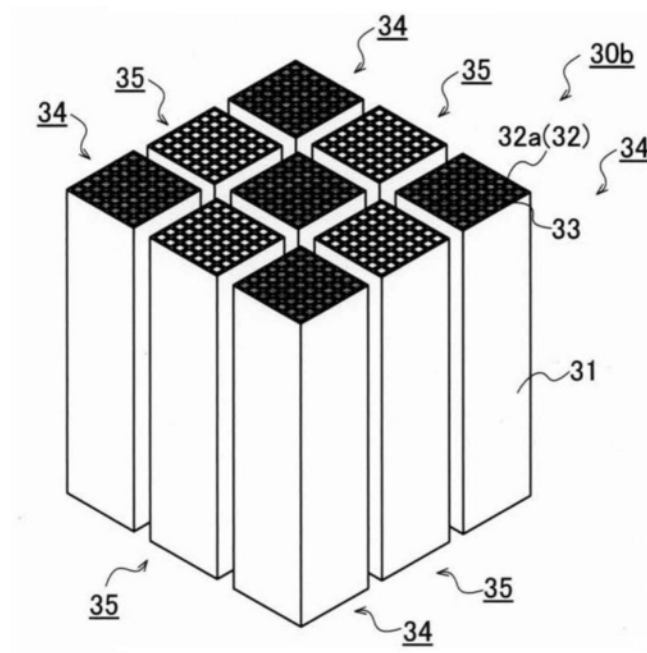


图12

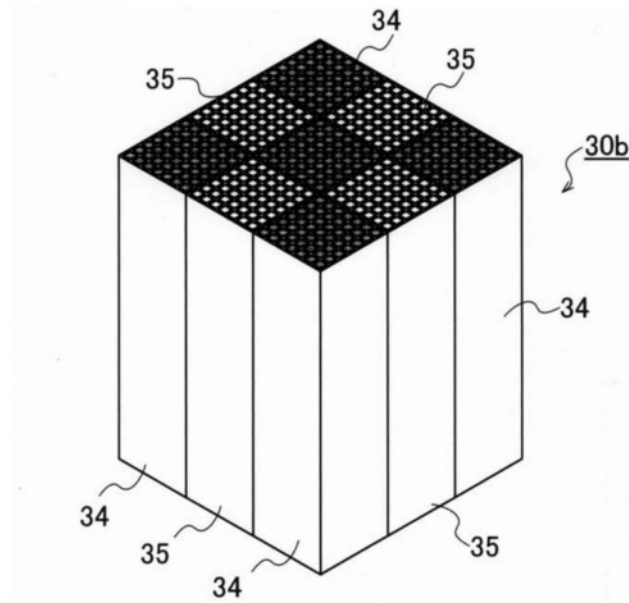


图13

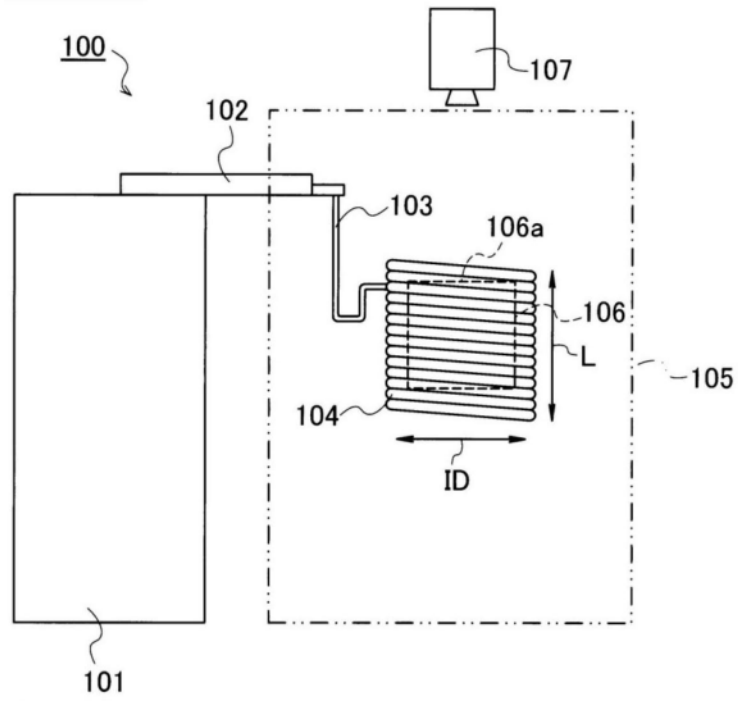


图14

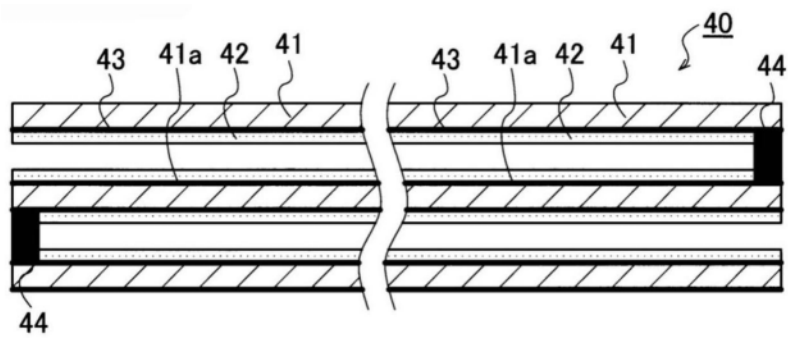


图15

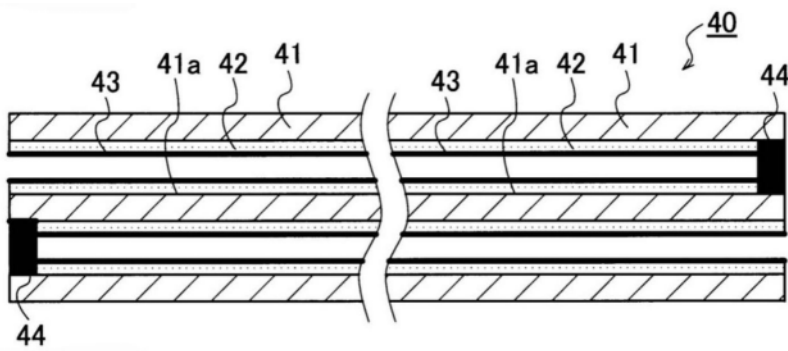


图16

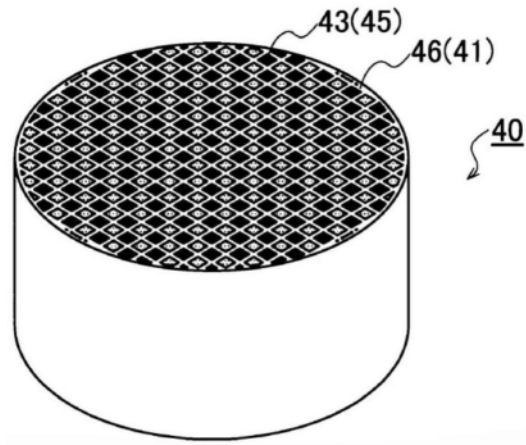


图17