



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113272475 B

(45) 授权公告日 2023.06.27

(21) 申请号 202080008375.6

(22) 申请日 2020.01.09

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 113272475 A

(43) 申请公布日 2021.08.17

(30) 优先权数据

PCT/JP2019/000585 2019.01.10 JP

2019-182462 2019.10.02 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2021.07.07

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2020/000541 2020.01.09

(87) PCT国际申请的公布数据

W02020/145366 JA 2020.07.16

(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 藤崎惠实 富田崇弘 尾下裕亮

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

专利代理人 王轶 郑雪娜

(51) Int.CI.

C23C 28/04 (2006.01)

B32B 5/18 (2006.01)

B32B 9/00 (2006.01)

B32B 15/04 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 1982242 A, 2007.06.20

JP 2007119900 A, 2007.05.17

审查员 游学为

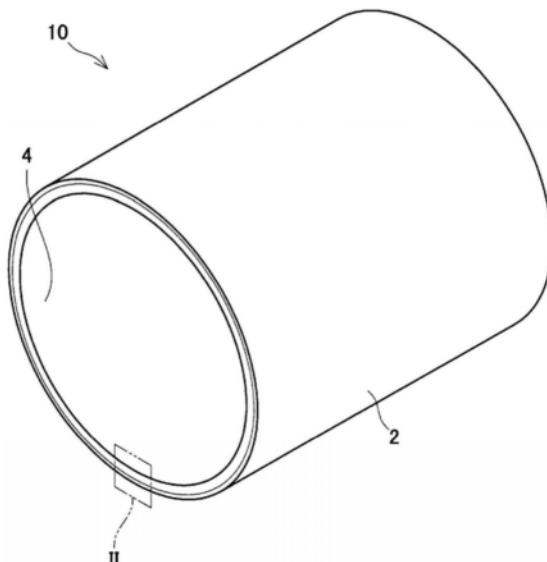
权利要求书1页 说明书11页 附图6页

(54) 发明名称

复合部件

(57) 摘要

复合部件在金属的表面设置有无机多孔质层。无机多孔质层包含陶瓷纤维。另外，无机多孔质层由15质量%以上的氧化铝成分和45质量%以上的二氧化钛成分构成。



1. 一种复合部件,其在金属的表面设置有无机多孔质层,  
所述复合部件的特征在于,  
无机多孔质层包含陶瓷纤维,且无机多孔质层由15质量%以上的氧化铝成分和45质量%以上的二氧化钛成分构成,  
在无机多孔质层的与设置有所述金属的面相反一侧的面设置有被覆层,所述被覆层的材料为多孔质陶瓷。
2. 根据权利要求1所述的复合部件,其特征在于,  
所述金属的热传导率为无机多孔质层的热传导率的100倍以上。
3. 根据权利要求2所述的复合部件,其特征在于,  
无机多孔质层的热传导率为0.05W/mK以上3W/mK以下。
4. 根据权利要求2或3所述的复合部件,其特征在于,  
所述金属的热传导率为10W/mK以上400W/mK以下。
5. 根据权利要求1至3中的任一项所述的复合部件,其特征在于,  
当将无机多孔质层的热膨胀系数设为 $\alpha_1$ ,将所述金属的热膨胀系数设为 $\alpha_2$ 时,满足下式(1),  
$$0.5 < \alpha_1/\alpha_2 < 1.2 \quad (1)$$
6. 根据权利要求1至3中的任一项所述的复合部件,其特征在于,  
无机多孔质层中包含板状陶瓷粒子。
7. 根据权利要求1至3中的任一项所述的复合部件,其特征在于,  
无机多孔质层中包含0.1μm以上10μm以下的粒状粒子。
8. 根据权利要求1至3中的任一项所述的复合部件,其特征在于,  
无机多孔质层的厚度为1mm以上。
9. 根据权利要求1至3中的任一项所述的复合部件,其特征在于,  
所述金属为板状。
10. 根据权利要求1至3中的任一项所述的复合部件,其特征在于,  
所述金属为管状。
11. 根据权利要求1至3中的任一项所述的复合部件,其特征在于,  
所述金属为线状。

## 复合部件

### 技术领域

[0001] 本说明书公开与复合部件相关的技术。

### 背景技术

[0002] 有时在金属的表面设置无机质的保护层,构成金属与无机材料的复合部件。例如,日本特开2018-33245号公报(以下称为专利文献1)在金属表面被覆无机保护层,这主要是为了对汽车的发动机零部件(金属)赋予耐热性。专利文献1中,为了防止因金属与无机保护层之间的热膨胀率的差异而导致无机保护层自金属剥离,在金属表面形成非晶态无机材料层(具体的为硼硅酸玻璃),在非晶态无机材料层的表面形成非氧化物系陶瓷(具体的为碳化硅)。即,专利文献1中,在金属与发挥出作为保护层的功能的功能层(碳化硅)之间设置有用于缓和两者的热膨胀率差的缓和层(硼硅酸玻璃)。专利文献1通过设置非晶质的缓和层而使金属与功能层的密合性提高。

### 发明内容

[0003] 如上所述,专利文献1在金属与功能层之间设置非晶质的缓和层。因此,在形成功能层时,需要在不超过缓和层的软化点的温度下形成功能层。换言之,能够用作功能层的材料被限制为能够以不超过缓和层的软化点的条件进行成膜的材料。因此,对于专利文献1的复合部件,能够使用的材料(缓和层、功能层)的自由度较低。另外,专利文献1的复合部件采用非晶质的缓和层,因此,耐热性的提高也有限。因此,在复合材料的领域中,需要继续进行改善。本说明书的目的在于,提供以往不存在的新的复合部件。

[0004] 本说明书中公开的复合材料可以在金属的表面设置有无机多孔质层。另外,无机多孔质层可以包含陶瓷纤维。此外,无机多孔质层可以由15质量%以上的氧化铝成分和45质量%以上的二氧化钛成分构成。如上所述,该复合材料中,无机多孔质层包含陶瓷纤维。因此,无机多孔质层本身能够吸收金属与无机多孔质层之间的热膨胀率差的影响。具体而言,无机多孔质层能够追随金属的变形(热膨胀、热收缩)而进行变形,因此,无需在金属与无机多孔质层之间设置缓和层(非晶质层等),就能够防止无机多孔质层自金属剥离。

[0005] 另外,上述复合部件在金属的表面设置有无机的“多孔质层”。典型的是:多孔质体的借助多孔质体来“隔绝”内外环境的能力较高。因此,上述复合部件能够抑制外部环境对金属造成影响,或者,能够抑制外部环境受到金属的影响,实现高隔热性、高隔音性(吸音性)等。另外,上述复合部件还能够利用无机多孔质层来获得吸附性、吸湿性等、抑制外部环境的物质(异物、水分等)与金属接触。或者,上述复合部件还能够利用无机多孔质层而使催化剂等担载于金属表面。应予说明,本说明书中所称的“多孔质”是指:无机多孔质层的气孔率(空隙率)为45体积%以上。

[0006] 上述复合部件在无机多孔质层中包含陶瓷纤维,因此,无机多孔质层本身的强度(机械强度)降低得以抑制。另外,无机多孔质层由15质量%以上的氧化铝成分和45质量%以上的二氧化钛成分构成,因此,无机多孔质层本身的熔点较高,即便复合部件的外部环境

处于高温,也能够维持形状。

## 附图说明

- [0007] 图1表示第一实施例的复合部件的一例(立体图)。
- [0008] 图2表示第一实施例的复合部件的局部放大图。
- [0009] 图3表示第一实施例的复合材料的截面图。
- [0010] 图4表示第一实施例的复合材料的变形例(截面图)。
- [0011] 图5表示第一实施例的复合材料的变形例(截面图)。
- [0012] 图6表示第一实施例的复合材料的变形例(截面图)。
- [0013] 图7表示第二实施例的复合部件的一例(立体图)。
- [0014] 图8表示第三实施例的复合部件的一例(立体图)。
- [0015] 图9表示第四实施例的复合部件的一例(立体图)。
- [0016] 图10表示第五实施例的复合部件的一例(立体图)。
- [0017] 图11表示第六实施例的复合部件的一例(立体图)。
- [0018] 图12表示第七实施例的复合部件的一例(立体图)。
- [0019] 图13表示第八实施例的复合部件的一例(立体图)。
- [0020] 图14表示复合部件的使用例(截面图)。
- [0021] 图15表示实验例的结果。

## 具体实施方式

[0022] 复合部件中,当将无机多孔质层的热膨胀系数设为 $\alpha_1$ ,将金属的热膨胀系数设为 $\alpha_2$ 时,可以满足下式(1)。能够更可靠地防止无机多孔质层自金属剥离的现象。

[0023] 式1:  $0.5 < \alpha_1/\alpha_2 < 1.2$

[0024] 复合部件中,无机多孔质层中可以包含板状陶瓷粒子。通过采用板状陶瓷粒子,能够将陶瓷纤维的一部分置换为板状陶瓷粒子。典型的是:板状陶瓷粒子的长度(长度方向尺寸)比陶瓷纤维的长度要短。因此,通过采用板状陶瓷粒子,无机多孔质层内的传热路径被切断,不易发生无机多孔质层内的热传递。结果,无机多孔质层的隔热性能进一步提高。应予说明,“板状陶瓷粒子”是指:纵横尺寸比为5以上、长度方向尺寸为5μm以上50μm以下的陶瓷粒子。

[0025] 复合部件中,无机多孔质层中可以包含0.1μm以上10μm以下的粒状粒子。在将无机多孔质层成型(烧成)时,陶瓷纤维彼此借助粒状粒子而粘结,得到高强度的无机多孔质层。另外,无机多孔质层的厚度可以为1mm以上。能够充分发挥出上述的功能(隔热性、隔音性、吸附性、吸湿性等)。应予说明,上述复合部件由于无机多孔质层包含陶瓷纤维,所以能够实现1mm以上的无机多孔质层。即,由于包含在将无机多孔质层成型的过程(例如、烧成工序)中难以收缩的陶瓷纤维,所以,能够将无机多孔质层成型为1mm以上。例如,无机多孔质层未含陶瓷纤维的情况下,在成型的过程中,无机多孔质层发生收缩,产生开裂等,因此,在无机多孔质层未含陶瓷纤维的情况下,很难将无机多孔质层形成为1mm以上的厚膜。

[0026] 以下,对本说明书中公开的复合部件的实施方式进行说明。本说明书中公开的复合部件在金属的表面设置有无机多孔质层。另外,无机多孔质层包含陶瓷纤维。另外,无机

多孔质层由15质量%以上55质量%以下的氧化铝( $Al_2O_3$ )成分和45质量%以上85质量%以下的二氧化钛( $TiO_2$ )成分构成。应予说明,无机多孔质层中包含的氧化铝成分可以为25质量%以上,也可以为30质量%以上,也可以为40质量%以上。本说明书中公开的复合部件能够在例如高温环境下很好地使用。作为一例,复合部件能够很好地用作排气歧管、排气管这样的构成汽车排气系统的部件。另外,本说明书中公开的复合部件能够很好地用作例如将热源产生的热向存在于远离热源的位置的零部件(例如散热板)传递的热传导部件。或者,还可以在多个设备之间配置复合部件,很好地用作防止一个设备产生的热向另一个设备施加的隔板。

[0027] 无机多孔质层可以将金属表面被覆,保护金属不被外部环境侵害。应予说明,“外部环境”是指:隔着无机多孔质层而成为金属的相反侧的空间。即,复合材料为如上所述的构成汽车排气系统的部件的情况下,“外部环境”相当于排气歧管、排气管等的内部空间。或者,无机多孔质层可以将金属表面被覆,保护在复合部件的外部环境中存在的零部件不被金属的热损伤(隔热)。另外,无机多孔质层可以将空开间隔对置的2个金属(例如金属板)的两个表面被覆。换言之,可以在1个无机多孔质层的两面接合有金属板(第一金属板、第二金属板)。能够防止第一金属板侧所配置的第一设备产生的热向第二金属板侧所配置的第二设备施加,并且,能够通过第一金属板而将第一设备产生的热散热。

[0028] 如上所述,复合部件通过无机多孔质层来抑制金属和外部环境彼此间的热相互作用。另外,通过无机多孔质层,将多个设备的配置空间分隔开,抑制分隔开的空间彼此间的热相互作用。因此,金属和无机多孔质层优选为:热传导率之差较大。具体而言,金属的热传导率可以为无机多孔质层的热传导率的100倍以上。另外,金属的热传导率可以为无机多孔质层的热传导率的150倍以上,也可以为无机多孔质层的热传导率的200倍以上,也可以为无机多孔质层的热传导率的250倍以上,也可以为无机多孔质层的热传导率的300倍以上。

[0029] 金属的热传导率可以为10W/mK以上400W/mK以下。应予说明,金属的热传导率可以为25W/mK以上,也可以为50W/mK以上,也可以为100W/mK以上,也可以为150W/mK以上,也可以为200W/mK以上,也可以为250W/mK以上,也可以为300W/mK以上,也可以为380W/mK以上。另外,金属的热传导率可以为350W/mK以下,也可以为300W/mK以下,也可以为250W/mK以下,也可以为200W/mK以下,也可以为150W/mK以下。

[0030] 无机多孔质层的热传导率可以为0.05W/mK以上3W/mK以下。应予说明,无机多孔质层的热传导率可以为0.1W/mK以上,也可以为0.2W/mK以上,也可以为0.3W/mK以上,也可以为0.5W/mK以上,也可以为0.7W/mK以上,也可以为1W/mK以上,也可以为1.5W/mK以上,也可以为2W/mK以上。另外,无机多孔质层的热传导率可以为2.5W/mK以下,也可以为2.0W/mK以下,也可以为1.5W/mK以下,也可以为1W/mK以下,也可以为0.5W/mK以下,也可以为0.3W/mK以下,也可以为0.25W/mK以下。

[0031] 金属的形状没有特别限定,可以为管状(筒状)、线状(丝状)、板状(片状)。管状金属的情况下,无机多孔质层可以将管状金属的内周面和/或外周面被覆。线状的金属典型的为中实结构。因此,线状金属的情况下,无机多孔质层可以将线状金属的外周面被覆。板状金属的情况下,无机多孔质层可以将板状金属的整个露出面被覆,也可以将厚度方向端部的面(表面和/或背面)被覆,也可以将宽度方向端部的面(侧面)被覆,也可以将长度方向端部的面被覆。另外,板状金属的情况下,无机多孔质层可以将第一板状金属(第一金属板)的

表面和第二板状金属(第二金属板)的背面这两者被覆。

[0032] 无机多孔质层可以将金属表面的整面被覆,也可以将金属表面的一部分被覆。例如,无机多孔质层将管状金属、线状金属被覆的情况下,无机多孔质层可以将金属的除了端部(一端或两端)以外的部分被覆。另外,无机多孔质层将管状金属的内周面及外周面被覆的情况下,可以为内周面从一端至另一端由无机多孔质层被覆(即、整面被覆)、将外周面的除了端部以外的部分被覆等,内周面和外周面中由无机多孔质层被覆的范围不同。另外,无机多孔质层将板状金属被覆的情况下(例如、厚度方向端部的面:表面和背面),无机多孔质层可以将表面和背面的除了一部分(例如、长度方向上的一端或两个端部)以外的部分被覆。或者,无机多孔质层可以为将背面整体被覆,将表面的例如除了两端部以外的部分被覆等,表面和背面中被覆的范围不同。

[0033] 另外,无机多孔质层在厚度方向(从与金属表面接触的面至在外部环境露出的面为止的范围)上可以由均匀的材料构成。即,无机多孔质层可以为单层。另外,无机多孔质层在厚度方向上可以由组成不同的多个层构成。即,无机多孔质层可以为多个层进行层叠得到的多层结构。或者,无机多孔质层在厚度方向上可以为组成逐渐变化的梯度结构。无机多孔质层为单层的情况下,能够容易地进行复合部件的制造(在金属表面将无机多孔质层成型的工序)。无机多孔质层为多层结构或梯度结构的情况下,可以在厚度方向上使无机多孔质层的特性发生变化。无机多孔质层的结构(单层、多层、梯度结构)可以根据复合部件的使用目的而进行适当选择。

[0034] 无机多孔质层的气孔率可以为45体积%以上90体积%以下。如果气孔率为45体积%以上,则能够发挥出隔热性、隔音性、吸附性、吸湿性等作为多孔质的功能。另外,如果气孔率为45体积%以上,则还能够利用无机多孔质层内的空隙来充分担载催化剂。如果气孔率为90体积%以下,则能够确保充分的强度。应予说明,无机多孔质层的气孔率可以为55体积%以上,也可以为60体积%以上,也可以为65体积%以上。此外,无机多孔质层的气孔率可以为85体积%以下,也可以为80体积%以下,也可以为70体积%以下,也可以为65体积%以下,也可以为60体积%以下。另外,无机多孔质层为多层结构或梯度结构的情况下,无机多孔质层的气孔率整体为45体积%以上90体积%以下即可,在厚度方向上,气孔率可以不同。这种情况下,可以局部存在气孔率小于45体积%的部分或者气孔率超过90体积%的部分。

[0035] 无机多孔质层的厚度取决于使用目的(需求性能),可以为1mm以上。如果无机多孔质层的厚度为1mm以上,则能够充分发挥出隔热性、隔音性、吸附性、吸湿性等作为多孔质的功能。应予说明,未使用陶瓷纤维的无机多孔质层的情况下,在制造过程(例如烧成工序)中发生收缩,因此,很难将厚度维持在1mm以上。本说明书中公开的无机多孔质层包含陶瓷纤维,因此,制造过程中的收缩得以抑制,能够维持1mm以上的厚度。应予说明,如果无机多孔质层的厚度过厚,则难以获得与成本(制造成本、材料成本)相对应的特性提高。因此,虽然没有特别限定,但是,无机多孔质层的厚度可以为30mm以下,也可以为20mm以下,也可以为15mm以下,也可以为100mm以下,也可以为5mm以下。

[0036] 无机多孔质层由陶瓷粒子(粒状粒子)、板状陶瓷粒子、陶瓷纤维中的1种以上材料构成。应予说明,陶瓷粒子、板状陶瓷粒子及陶瓷纤维中,作为构成成分,可以包含氧化铝和/或二氧化钛。换言之,可以通过氧化铝和/或二氧化钛来形成陶瓷粒子、板状陶瓷粒子、

陶瓷纤维。即,无机多孔质层按构成材料(构成物质)整体计包含15质量%以上的氧化铝成分和45质量%以上的二氧化钛成分即可。其中,无机多孔质层的构成成分任意(可以包含氧化铝成分、二氧化钛成分,也可以不包含氧化铝成分、二氧化钛成分),但是,至少包含陶瓷纤维。

[0037] 陶瓷粒子可以用作将板状陶瓷粒子、陶瓷纤维等形成无机多孔质层的骨架的骨料彼此接合的接合材料。陶瓷粒子可以为0.1μm以上10μm以下的粒状粒子。应予说明,陶瓷粒子可以在制造过程(例如烧成工序)中通过烧结等而使得粒径变大。即,作为制造无机多孔质层的原料,陶瓷粒子可以为0.1μm以上10μm以下(烧成前的平均粒径)的粒状粒子。应予说明,陶瓷粒子可以为0.5μm以上,也可以为5μm以下。作为陶瓷粒子的材料,例如可以利用金属氧化物。作为金属氧化物的一例,可以举出:氧化铝( $Al_2O_3$ )、尖晶石( $MgAl_2O_4$ )、二氧化钛( $TiO_2$ )、氧化锆( $ZrO_2$ )、氧化镁( $MgO$ )、多铝红柱石( $Al_6O_{13}Si_2$ )、堇青石( $MgO \cdot Al_2O_3 \cdot SiO_2$ )、三氧化二钇( $Y_2O_3$ )、块滑石( $MgO \cdot SiO_2$ )、镁橄榄石( $2MgO \cdot SiO_2$ )、铝酸镧( $LaAlO_3$ )、钛酸锶( $SrTiO_3$ )等。这些金属氧化物具有高耐腐蚀性。因此,通过作为陶瓷粒子的材料使用上述金属氧化物,能够将无机多孔质层很好地用作例如汽车的排气系统零部件(排气歧管等)的保护层。

[0038] 板状陶瓷在无机多孔质层内能够作为骨料、补强材料发挥作用。即,板状陶瓷与陶瓷纤维同样地,使无机多孔质层的强度提高,此外,抑制在制造工序中无机多孔质层发生收缩。应予说明,通过采用板状陶瓷粒子,能够将无机多孔质层内的传热路径切断。因此,将复合部件在高温环境下使用的情况下(无机多孔质层出于对金属进行隔热的目的进行使用的情况下),与作为骨料仅使用陶瓷纤维的实施方式相比较,能够使隔热性提高。

[0039] 板状陶瓷粒子可以为矩形板状或者针状,长度方向尺寸可以为5μm以上100μm以下。如果长度方向尺寸为5μm以上,则能够抑制陶瓷粒子过度烧结。如果长度方向尺寸为100μm以下,则得到如上所述将无机多孔质层内的传热路径切断的效果,能够很好地应用于高温环境下使用的复合部件。另外,板状陶瓷粒子的纵横尺寸比可以为5以上100以下。如果纵横尺寸比为5以上,则能够良好地抑制陶瓷粒子烧结,如果纵横尺寸比为100以下,则板状陶瓷粒子本身强度降低得以抑制。应予说明,作为板状陶瓷粒子的材料,除了可以采用上述的作为陶瓷粒子的材料使用的金属氧化物以外,还可以使用滑石( $Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2$ )、云母、高岭土等矿物或粘土、玻璃等。

[0040] 陶瓷纤维在无机多孔质层内能够作为骨料、补强材料发挥作用。即,陶瓷纤维使无机多孔质层的强度提高,此外,抑制在制造工序中无机多孔质层发生收缩。陶瓷纤维的长度可以为50μm以上200μm以下。另外,陶瓷纤维的直径(平均直径)可以为1~20μm。无机多孔质层内的陶瓷纤维的体积率(陶瓷纤维在构成无机多孔质层的材料中所占据的体积率)可以为5体积%以上25体积%以下。通过包含5体积%以上的陶瓷纤维,能够在无机多孔质层的制造过程(烧成工序)中充分抑制无机多孔质层内的陶瓷粒子收缩。另外,通过使陶瓷纤维的体积率为25体积%以下,能够将无机多孔质层内的传热路径切断,能够很好地应用于在高温环境下使用的复合部件。应予说明,作为陶瓷纤维的材料,可以采用与上述的板状陶瓷粒子的材料同样的材料。

[0041] 另外,无机多孔质层内的骨料、补强材料(陶瓷纤维、板状陶瓷粒子等。以下简称为骨料)的含有率可以为15质量%以上55质量%以下。如果无机多孔质层内的骨料的含有率

为15质量%以上，则能够充分抑制烧成工序中的无机多孔质层收缩。另外，如果无机多孔质层内的骨料的含有率为55质量%以下，则通过陶瓷粒子而将骨料彼此良好地接合。无机多孔质层内的骨料的含有率可以为20质量%以上，也可以为30质量%以上，也可以为50质量%以上，也可以为53质量%以上。另外，无机多孔质层内的骨料的含有率可以为53质量%以下，也可以为50质量%以下，也可以为30质量%以下，也可以为20质量%以下。

[0042] 如上所述，陶瓷纤维及板状陶瓷粒子在无机多孔质层内均能够作为骨料、补强材料发挥作用。不过，为了可靠地抑制在复合部件制作后(烧成后)无机多孔质层发生收缩，即便在作为骨料同时使用陶瓷纤维和板状陶瓷粒子的情况下，无机多孔质层内的陶瓷纤维的含量也可以至少为5质量%以上。应予说明，陶瓷纤维的含量可以为10质量%以上，也可以为20质量%以上，也可以为30质量%以上，也可以为40质量%以上。另外，陶瓷纤维的含量可以为50质量%以下，也可以为40质量%以下，也可以为30质量%以下，也可以为20质量%以下，也可以为10质量%以下。

[0043] 作为骨料同时使用陶瓷纤维和板状陶瓷粒子的情况下，板状陶瓷粒子在骨料整体中所占据的比例(重量比)可以为70%以下。即，按质量比计，骨料的至少30%以上可以为陶瓷纤维。板状陶瓷粒子在骨料整体中所占据的比例(重量比)可以为67%以下，也可以为64%以下，也可以为63%以下，也可以为60%以下，也可以为50%以下。应予说明，板状陶瓷粒子并不一定必须作为骨料。另外，板状陶瓷粒子在骨料整体中所占据的比例可以为40%以上，也可以为50%以上，也可以为60%以上，也可以为62%以上，也可以为63%以上，也可以为65%以上。具体而言，无机多孔质层内的板状陶瓷粒子的含量可以为5质量%以上，也可以为10质量%以上，也可以为20质量%以上，也可以为30质量%以上，也可以为33质量%以上。另外，板状陶瓷粒子的含量可以为35质量%以下，也可以为33质量%以下，也可以为30质量%以下，也可以为20质量%以下，也可以为10质量%以下。

[0044] 另外，特别是在高温环境下使用的复合部件中，无机多孔质层中包含的SiO<sub>2</sub>可以为25质量%以下。在无机多孔质层内形成非晶质层得以抑制，无机多孔质层的耐热性(耐久性)提高。

[0045] 在形成无机多孔质层时，可以使用将陶瓷粒子、板状陶瓷粒子、陶瓷纤维、以及粘合剂、造孔材料、溶剂进行混合得到的原料。作为粘合剂，可以使用无机粘合剂。作为无机粘合剂的一例，可以举出：氧化铝溶胶、二氧化硅溶胶、二氧化钛溶胶、氧化锆溶胶等。这些无机粘合剂能够使烧成后的无机多孔质层的强度提高。作为造孔材料，可以使用高分子系造孔材料、碳系粉末等。具体而言，可以举出：丙烯酸树脂、三聚氰胺树脂、聚乙烯粒子、聚苯乙烯粒子、炭黑粉末、石墨粉末等。造孔材料根据目的可以为各种各样的形状，例如可以为球状、板状、纤维状等。通过选择造孔材料的添加量、尺寸、形状等，能够调整无机多孔质层的气孔率、气孔尺寸。溶剂能够不对其他原料造成影响地调整原料的粘度即可，例如可以使用：水、乙醇、异丙醇(IPA)等。

[0046] 应予说明，上述的无机粘合剂也是无机多孔质层的构成材料。因此，在形成无机多孔质层时采用氧化铝溶胶、二氧化钛溶胶等的情况下，无机多孔质层按包含无机粘合剂的构成材料整体计包含15质量%以上的氧化铝成分和45质量%以上的二氧化钛成分即可。

[0047] 无机多孔质层的组成及原料根据待保护的金属的种类进行调整。本说明书中公开的复合部件中，没有特别限定，作为金属，可以采用：SUS430、SUS429、SUS444等不锈钢、铁、

铜、耐蚀耐热镍基合金、铬镍铁合金、科瓦合金、镍合金等。无机多孔质层的组成及原料可以根据使用的金属的热膨胀系数进行调整。具体而言,当将无机多孔质层的热膨胀系数设为 $\alpha_1$ ,将金属的热膨胀系数设为 $\alpha_2$ 时,可以按满足下式1的方式进行调整。例如,金属为SUS430的情况下,可以按热膨胀系数 $\alpha_1$ 为 $6 \times 10^{-6}/K < \alpha_1 < 14 \times 10^{-6}/K$ 、更优选热膨胀系数 $\alpha_1$ 为 $6 \times 10^{-6}/K < \alpha_1 < 11 \times 10^{-6}/K$ 的方式调整无机多孔质层的组成及原料。另外,金属为铜的情况下,可以按热膨胀系数 $\alpha_1$ 为 $8.5 \times 10^{-6}/K < \alpha_1 < 20 \times 10^{-6}/K$ 、更优选热膨胀系数 $\alpha_1$ 为 $8.5 \times 10^{-6}/K < \alpha_1 < 18 \times 10^{-6}/K$ 的方式调整无机多孔质层的组成及原料。应予说明,“ $\alpha_1/\alpha_2$ ”的值可以为0.55以上,也可以为0.6以上,也可以为0.65以上,也可以为0.75以上,也可以为0.8以上。另外,“ $\alpha_1/\alpha_2$ ”的值可以为1.15以下,也可以为1.1以下,也可以为1.05以下,也可以为1.0以下。

[0048] 式1:  $0.5 < \alpha_1/\alpha_2 < 1.2$

[0049] 本说明书中公开的复合部件中,可以在金属表面(管状金属的情况下为管内)涂布上述原料,经过干燥、烧成,在金属表面形成无机多孔质层。作为原料的涂布方法,可以使用:浸涂、旋涂、喷涂、狭缝模涂、喷镀、气溶胶沉积(AD)法、印刷、刷涂、刮涂、模铸成型等。应予说明,在无机多孔质层的目标厚度较厚的情形或者无机多孔质层为多层结构的情形下,可以将原料的涂布、原料的干燥反复进行多次,调整为目标厚度或者多层结构。上述涂布方法还可以用作形成后述的被覆层的涂布方法。

[0050] 另外,本说明书中公开的复合部件中,可以在无机多孔质层的与设置有金属的面相反一侧的面设置有被覆层。即,无机多孔质层可以被金属和被覆层夹着。应予说明,被覆层可以设置于无机多孔质层的表面(与设置有金属的面相反一侧的面)的整面,也可以设置于无机多孔质层的表面的一部分。通过设置被覆层,能够对无机多孔质层予以保护(补强)。

[0051] 被覆层的材料可以为多孔质或致密质的陶瓷。作为被覆层中使用的多孔质陶瓷的一例,可以举出:氧化锆( $ZrO_2$ )、部分稳定氧化锆、稳定氧化锆等。另外,可以举出:三氧化二钇稳定氧化锆( $ZrO_2-Y_2O_3$ :YSZ)、在YSZ中添加了 $Gd_2O_3$ 、 $Yb_2O_3$ 、 $Er_2O_3$ 等的金属氧化物、 $ZrO_2-Y_2O_3$ 、 $ZrO_2-Y_2O_3-La_2O_3$ 、 $ZrO_2-HfO_2-Y_2O_3-La_2O_3$ 、 $HfO_2-Y_2O_3$ 、 $CeO_2-Y_2O_3$ 、 $Gd_2Zr_2O_7$ 、 $Sm_2Zr_2O_7$ 、 $LaMnAl_{11}O_{19}$ 、 $YTa_3O_9$ 、 $Y_{0.7}La_{0.3}Ta_3O_9$ 、 $Y_{1.08}Ta_{2.76}Zr_{0.24}O_9$ 、 $Y_2Ti_2O_7$ 、 $LaTa_3O_9$ 、 $Yb_2Si_2O_7$ 、 $Y_2Si_2O_7$ 、 $Ti_3O_5$ 等。作为被覆层中使用的致密质的陶瓷的一例,可以举出:氧化铝、二氧化硅、氧化锆等。另外,通过从上述的无机多孔质层的构成材料中除去陶瓷纤维,得到低气孔率(致密质),因此,可以用作被覆层。通过作为被覆层使用多孔质或致密质的陶瓷,使得无机多孔质层得到补强,能够抑制无机多孔质层自金属的表面剥落。应予说明,如果作为被覆层使用致密质的陶瓷,则能够抑制例如高温气体透过无机多孔质层,抑制高温气体在无机多孔质层内滞留。结果,可期待抑制高温气体的热向金属传递的效果。另外,通过作为被覆层使用致密质的陶瓷,使得将金属和外部环境电绝缘的效果提高。

[0052] 被覆层的材料可以为多孔质或致密质的玻璃。通过作为被覆层使用多孔质或致密质的玻璃,也使得无机多孔质层得到补强,能够抑制无机多孔质层自金属的表面剥落。另外,被覆层的材料可以为金属(有别于通过无机多孔质层进行保护的金属的另一零部件)。通过在无机多孔质层的表面设置金属层,能够对来自外部的辐射热进行反射,从而能够进一步抑制热施加于金属(通过无机多孔质层进行保护的金属)。

[0053] 实施例

[0054] (第一实施例)

[0055] 参照图1至图3,对复合部件10进行说明。复合部件10在SUS430制的管状的金属(金属管)2的内表面具备多孔质保护层4。多孔质保护层4为无机多孔质层的一例。多孔质保护层4与金属2的内表面接合(参照图1及图2)。复合部件10如下制造,即,在对金属2的外表面进行了掩蔽的状态下,将金属2浸渍于原料浆料中,进行干燥、烧成,由此制造复合部件10。原料浆料如下制作,即,将氧化铝纤维(平均纤维长度140 $\mu\text{m}$ )、板状氧化铝粒子(平均粒径6 $\mu\text{m}$ )、二氧化钛粒子(平均粒径0.25 $\mu\text{m}$ )、氧化铝溶胶(氧化铝量1.1质量%)、丙烯酸树脂(平均粒径8 $\mu\text{m}$ )以及乙醇进行混合,由此制作原料浆料。另外,原料浆料调整为粘度2000 $\text{mPa}\cdot\text{s}$ 。

[0056] 将金属2浸渍于上述原料浆料中,在金属2的内表面涂布原料后,将金属2放入干燥机中,于200℃(大气气氛)使其干燥1小时。由此,在金属2的内表面形成有约300 $\mu\text{m}$ 的多孔质保护层。然后,反复进行3次将金属2浸渍于上述原料浆料中并进行干燥的工序,在金属2的内表面形成1.2mm的多孔质保护层。然后,将金属2配置于电炉内,于800℃(大气气氛)进行3小时烧成,制作复合部件10。多孔质保护层4形成于金属2的整个内表面(参照图3)。得到的复合部件10中,多孔质保护层4的气孔率为61体积%,热膨胀系数为 $7\times 10^{-6}\text{K}^{-1}$ 。应予说明,虽然省略图示,不过,确认到:复合部件10中,二氧化钛粒子介于金属2的表面(内表面)与骨料(氧化铝纤维及板状氧化铝粒子)之间,将金属2的表面和骨料接合。

[0057] 参照图4至图6,对复合部件10的变形例(复合部件10a、10b、10c)进行说明。应予说明,图4至图6表示与复合部件10的图3(截面图)相当的部分。

[0058] 如图4所示,复合部件10a中,多孔质保护层4与金属2的内表面及外表面接合。复合部件10a如下制造,即,在没有对金属2施加掩蔽的状态下,经过与复合部件10实质上相同的工序,制造出复合部件10a。多孔质保护层4形成于金属2的整个内表面及整个外表面。

[0059] 如图5所示,复合部件10b中,多孔质保护层4与金属2的外表面接合。复合部件10b如下制造,即,在对金属2的内表面进行了掩蔽的状态下,经过与复合部件10实质上相同的工序,制造出复合部件10b。多孔质保护层4形成于金属2的整个外表面。

[0060] 如图6所示,复合部件10c中,金属2为线状(Line shape),且在中心未形成孔(比较参照图1~图5)。即,复合部件10c中,金属2为中实。复合部件10c中,多孔质保护层4与金属2的外表面接合。复合部件10c如下制造,即,在没有对金属2施加掩蔽的状态下,经过与复合部件10实质上相同的工序,制造出复合部件10c。多孔质保护层4形成于金属2的整个外表面。

[0061] (第二~第八实施例)

[0062] 以下,对第二~第八实施例的复合部件(复合部件210~810)进行说明。复合部件210~810与复合部件10(及10a~10c)相比较,区别在于:金属的形状、多孔质保护层的形成位置或范围、有无被覆层。复合部件210~810根据目的而调整了施加掩蔽的位置、多孔质保护层的形成条件以及形成多孔质保护层后的烧成条件等,不过,实质上经过与复合部件10相同的工序制造而成。以下的说明中,关于与复合部件10(及10a~10c)共通的特征,有时省略说明。

[0063] 图7所示的复合部件210(第二实施例)在平板状的金属2的表面(厚度方向端面中的一个面)接合有多孔质保护层4。图8所示的复合部件310(第三实施例)在平板状的金属2的两面(厚度方向端面的两个面)接合有多孔质保护层4。复合部件210、310能够很好地用作

后述的热传导部件的材料。

[0064] 图9所示的复合部件410(第四实施例)在多孔质保护层4的两面(表面和背面)接合有金属板(第一金属板2X、第二金属板2Y)。换言之,在空开间隔对置的2个金属板(第一金属板2X、第二金属板2Y)连接有1个多孔质保护层4。复合部件410能够很好地用作配置于2个设备之间的隔板。第一金属板2X及第二金属板2Y能够将各设备产生的热散热。另外,多孔质保护层4能够抑制一个设备(例如第一金属板2X侧所配置的设备)的热向另一个设备(第二金属板2Y侧所配置的设备)施加。

[0065] 图10所示的复合部件510(第五实施例)为复合部件10c的变形例(参照图6)。复合部件510中,线状的金属2的长度方向上的端部(两个端部)2a露出。即,复合部件510在金属2的除了端部2a以外的中间部分接合有多孔质保护层4。复合部件510能够很好地用作将一个端部2a的热向另一个端部2a传递的热传导部件。另外,复合部件510在中间部分设置有多孔质保护层4,因此,能够抑制热施加于中间部分的周围所存在的零部件。应予说明,复合部件510的特征(在金属的除了长度方向端部以外的中间部分接合有多孔质保护层)也适用于复合部件10、10a以及10b。

[0066] 图11所示的复合部件610(第六实施例)为复合部件310的变形例(参照图8)。复合部件610中,多孔质保护层4与平板状的金属2的一个面(背面)的整面接合,在金属2的另一个面(表面),接合于金属2的除了长度方向端部(两个端部)2a以外的中间部分。复合部件610与复合部件510同样地,能够很好地用作将一个端部2a的热向另一个端部2a传递的热传导部件。应予说明,多孔质保护层4可以在金属2的两面接合于金属2的除了端部2a以外的中间部分。另外,复合部件610的特征(在金属的除了长度方向端部以外的中间部分接合有多孔质保护层)也适用于复合部件210。

[0067] 图12所示的复合部件710(第七实施例)为复合部件210的变形例(参照图7)。复合部件710中,在多孔质保护层4的表面(与设置有金属2的面相反一侧的面)设置有被覆层6。被覆层6如下得到,即,在金属2的表面形成多孔质保护层4后,采用喷雾器,在多孔质保护层4的表面涂布原料浆料,经过干燥、烧成,进行成型。用于将被覆层6成型的原料浆料如下得到,即,将板状氧化铝粒子(平均粒径6μm)、二氧化钛粒子(平均粒径0.25μm)、氧化铝溶胶(氧化铝量1.1质量%)、丙烯酸树脂(平均粒径8μm)以及乙醇混合,由此制作出用于将被覆层6成型的原料浆料。即,用于将被覆层6成型的原料浆料是从用于形成多孔质保护层4的原料浆料中除去氧化铝纤维得到的。被覆层6与多孔质保护层4相比较,具有致密的结构,因此,作为多孔质保护层4的补强材料发挥作用。应予说明,被覆层6的材料可以根据目的而适当变更为例如上述的材料。

[0068] 图13所示的复合部件810(第八实施例)为复合部件710的变形例(参照图12)。复合部件810中,被覆层6在复合部件810的长度方向上断续地(局部地)设置于多孔质保护层4的表面。例如,被覆层6与多孔质保护层4之间的热膨胀系数差较大的情况下,通过将被覆层6断续地设置于多孔质保护层4的表面,能够抑制被覆层6自多孔质保护层4剥离。应予说明,复合部件710、810的特征(在多孔质保护层的表面设置被覆层)也可以适用于复合部件10、10a~10c、210、310、510以及610。

[0069] (热传导部件)

[0070] 参照图14,对上述的复合部件的使用例(热传导部件910)进行说明。应予说明,热

传导部件910采用复合部件610(参照图11),不过,也可以采用上述的其他复合部件来代替复合部件610。热传导部件910中,多孔质保护层4与金属2的背面的整面接合,并且,与金属2的表面的中间部分(除了长度方向的端部2a以外的部分)接合。即,关于金属2的表面,在端部2未接合多孔质保护层4。在端部2a接合有发热部20及散热部22。在发热部20接受到的热在金属2中移动,在散热部22(散热板)被散热。热传导部件910在表面(中间部分)及背面接合有多孔质保护层4,因此,在发热部20与散热部22之间,来自金属2的散热得以抑制。所以,能够抑制热施加于在热传导部件910的表面附近的空间30及热传导部件910的背面附近的空间32所设置的设备。

[0071] (实验例)

[0072] 如上所述,多孔质保护层如下制作,即,将氧化铝纤维、板状氧化铝粒子、二氧化钛粒子、氧化铝溶胶、丙烯酸树脂以及乙醇混合,制作原料浆料,使金属浸渍于原料浆料中,然后,进行干燥及烧成,由此制作多孔质保护层。本实验例中,使氧化铝纤维、板状氧化铝粒子以及二氧化钛粒子的比例发生变化,确认烧成后的多孔质保护层的状态,以便确认氧化铝成分及二氧化钛成分的量对多孔质保护层的特性带来的影响。

[0073] 具体而言,使氧化铝纤维、板状氧化铝粒子、二氧化钛粒子以及氧化锆粒子的配合量如图15所示发生变化,按氧化铝纤维、板状氧化铝粒子、二氧化钛粒子以及氧化锆粒子的合计为100质量%进行配合,此外,外掺氧化铝溶胶10质量%(氧化铝溶胶中包含的氧化铝量1.1质量%)、丙烯酸树脂40质量%,利用乙醇调整浆料粘度,制作原料浆料。应予说明,试样5不使用板状氧化铝粒子,试样1~7、10以及12不使用氧化锆粒子。然后,对于试样1~8、11以及12,在SUS430板涂布原料浆料,对于试样9及10,在铜板涂布原料浆料,于大气气氛200℃使其干燥1小时后,于大气气氛800℃进行3小时烧成。应予说明,对各试样的原料浆料的涂布次数(金属板的浸渍次数)进行调整,以便在金属板(SUS430板及铜板)上形成约1.2mm的多孔质保护层。

[0074] 应予说明,本实验例的目的在于,确认氧化铝成分(氧化铝纤维、板状氧化铝粒子)以及二氧化钛成分的量对多孔质保护层的外观带来的影响(有无开裂、剥离等),未进行无机多孔质层的隔热性的评价。

[0075] 对烧成后的试样进行外观的评价。对于外观评价,利用肉眼观察有无发生开裂及剥离。图15中,对没有发生开裂及剥离等的试样标记“○”,对发生了开裂和剥离中的一种的试样标记“△”,对发生了开裂和剥离这两种的试样标记“×”。

[0076] 另外,针对所制作的试样1~12,还进行了多孔质保护层中的氧化铝成分与二氧化钛成分的比例(质量%)的测定、多孔质保护层的气孔率(体积%)的测定、多孔质保护层以及金属板的热膨胀系数的测定。对于氧化铝及二氧化钛成分,采用ICP发光分析装置((株)日立高新科技制、PS3520UV-DD),测定铝量及钛量,示出按氧化物换算( $Al_2O_3$ 、 $TiO_2$ )的结果。

[0077] 气孔率如下得到,即,采用水银孔度计依据JIS R1655(精细陶瓷的利用压汞法进行的成型体气孔径分布试验方法)测定总孔容(单位: $cm^3/g$ ),利用气体置换式密度测定仪(Micromeritics公司制、AccuPyc 1330)测定表观密度(单位: $g/cm^3$ ),采用总孔容和表观密度,利用下式(2)计算出气孔率。

[0078] 式2:气孔率[%] = 总孔容 / {(1/表观密度) + 总孔容} × 100

[0079] 对于热膨胀系数,将上述的原料浆料成型为 $3\text{mm} \times 4\text{mm} \times 20\text{mm}$ 的块体后,将块体于 $800^{\circ}\text{C}$ 进行烧成,制作测定用试样。然后,采用热膨胀仪,依据JIS R1618(精细陶瓷的利用热机械分析进行的热膨胀的测定方法),对测定用试样进行测定。应予说明,对于热膨胀系数的测定,针对多孔质保护层和金属板分别进行测定。

[0080] 另外,对试样1~4的多孔质保护层、以及、试样1~12的金属板进行热传导率的测定。热传导率也是针对多孔质保护层和金属板分别进行测定。将热扩散率、比热容以及体积密度相乘而计算出热传导率。采用激光闪光法热常数测定装置测定热扩散率,采用DSC(差示扫描热量仪)测定比热容,在室温下,依据JIS R1611(精细陶瓷的利用激光闪光法进行的热扩散率・比热容・热传导率试验方法)进行测定。对于金属板的体积密度,测定 $\phi 10\text{mm} \times$ 厚度 $1\text{mm}$ 的块体的重量,将该重量除以体积得到的值设为体积密度(单位: $\text{g}/\text{cm}^3$ )。另外,由下式(3)计算出多孔质保护层的体积密度(单位: $\text{cm}^3/\text{g}$ )。应予说明,对于热扩散率,将上述的原料浆料成型为 $\phi 10\text{mm} \times$ 厚度 $1\text{mm}$ 的块体,另外,对于比热容,将上述的原料浆料成型为 $\phi 5\text{mm} \times$ 厚度 $1\text{mm}$ 的块体,然后,将各块体于 $800^{\circ}\text{C}$ 进行烧成,制作热扩散率及比热容测定用试样,进行测定。将测定结果示于图15。

[0081] 式3:多孔质保护层的体积密度=表观密度 $\times (1-\text{气孔率}[\%])/100$

[0082] 如图15所示,试样1~10在烧成后的多孔质保护层没有确认到开裂及剥离。另一方面,试样11虽然没有确认到剥离,但是确认到发生了开裂。另外,试样12确认到开裂和剥离这两者。该结果说明:多孔质保护层内的氧化铝成分(氧化铝纤维以及板状氧化铝粒子)较少(低于15质量%)、或、二氧化钛成分较少(低于45质量%)的情况下,在烧成时,力作用于金属-多孔质保护层间,多孔质保护层的特性降低。具体而言,试样11中,氧化铝成分的比例低于15质量%,因此,推测陶瓷(粒子、纤维)间的结合力降低,在多孔质保护层发生了开裂。另外,试样12中,二氧化钛成分的比例低于45质量%,因此,推测陶瓷间的结合力降低,在多孔质保护层发生了开裂。此外,试样12中,热膨胀系数较高的二氧化钛成分(二氧化钛粒子)的含有率较低,相对于金属的热膨胀系数比( $\alpha_1/\alpha_2$ )较小(低于0.5),因此,推测是因金属与多孔质保护层间的热膨胀差而导致多孔质保护层自金属剥离。根据以上内容,确认到:包含15质量%以上的氧化铝成分和45质量%以上的二氧化钛成分的多孔质保护层在烧成后不易发生开裂及剥离等劣化。

[0083] 以上,虽然对本发明的实施方式详细地进行了说明,但是,这些只不过是示例,并不限定权利要求书。权利要求书中记载的技术包括将以上例示的具体例进行各种变形、变更得到的技术。另外,本说明书或附图中说明的技术要素单独或者通过各种组合而发挥出技术有用性,并不限定于申请时权利要求书中记载的组合。另外,本说明书或附图中例示的技术同时实现多个目的,实现其中的一个目的本身具有技术用性。

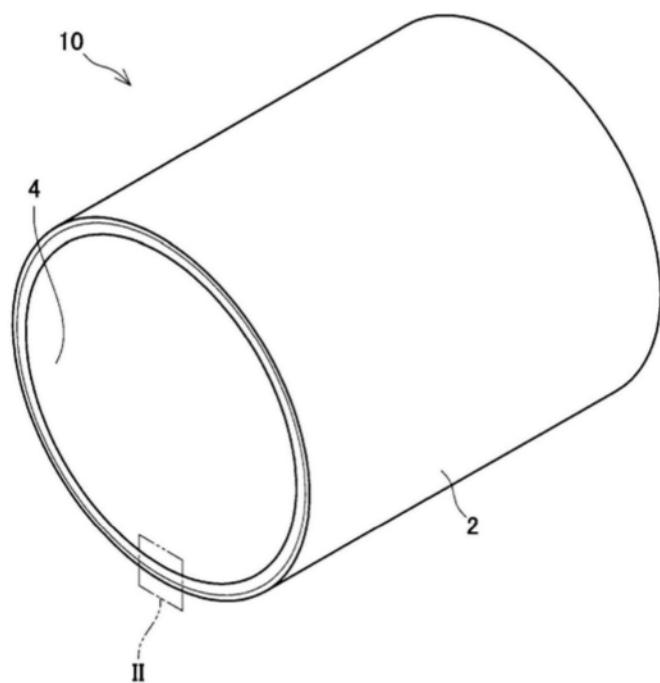


图1

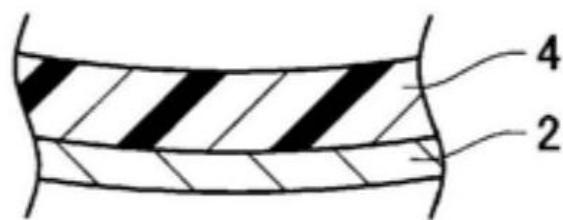


图2

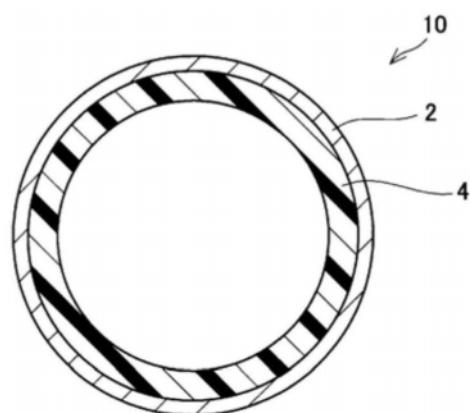


图3

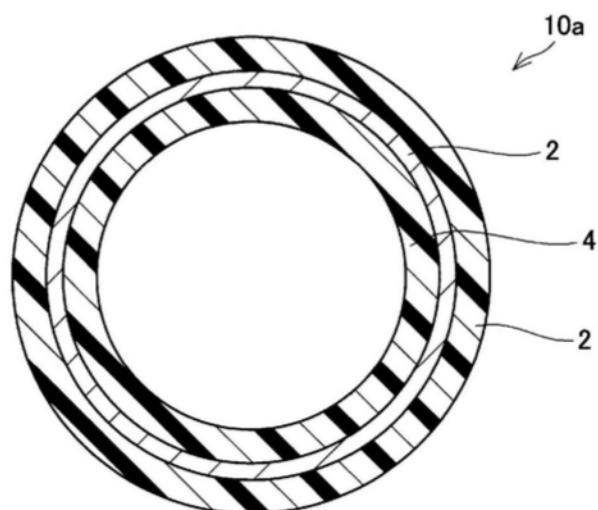


图4

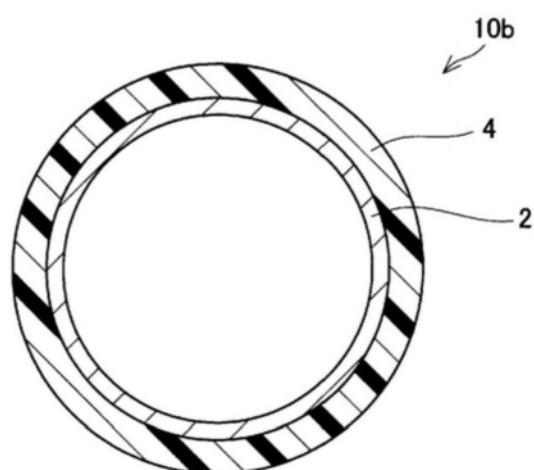


图5

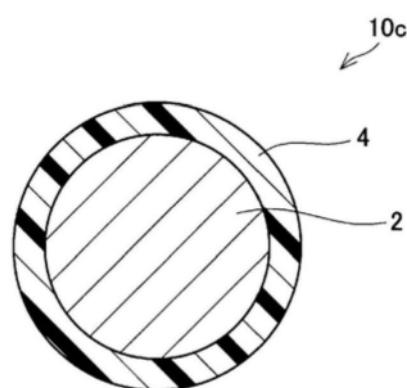


图6

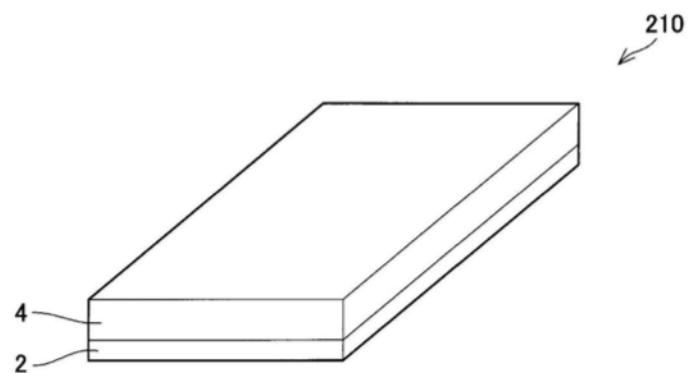


图7

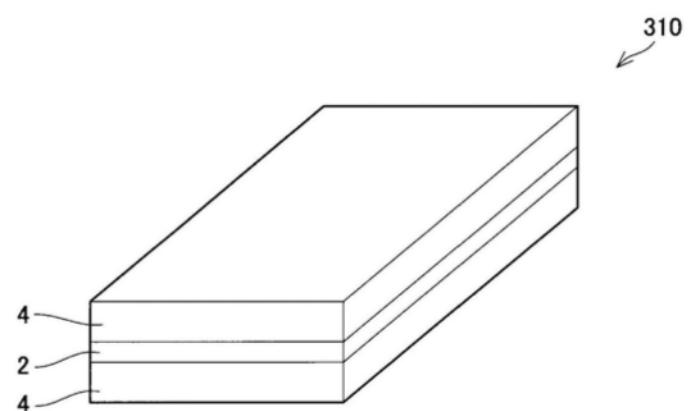


图8

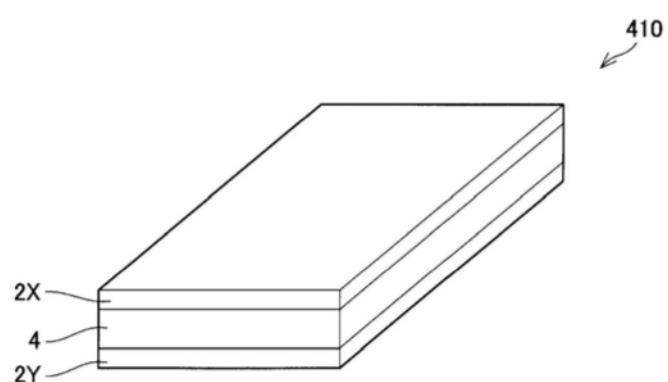


图9

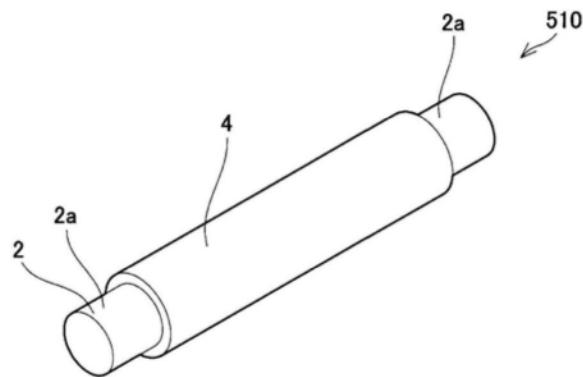


图10

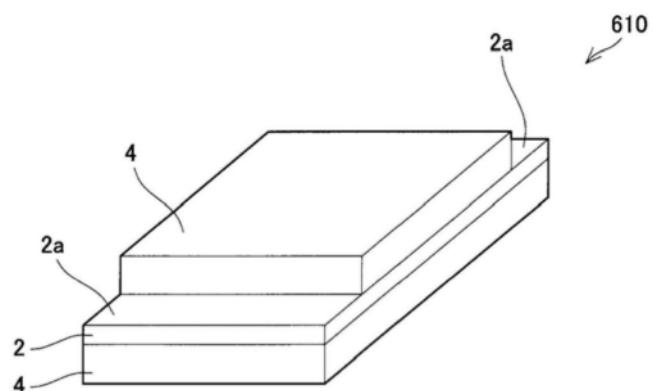


图11

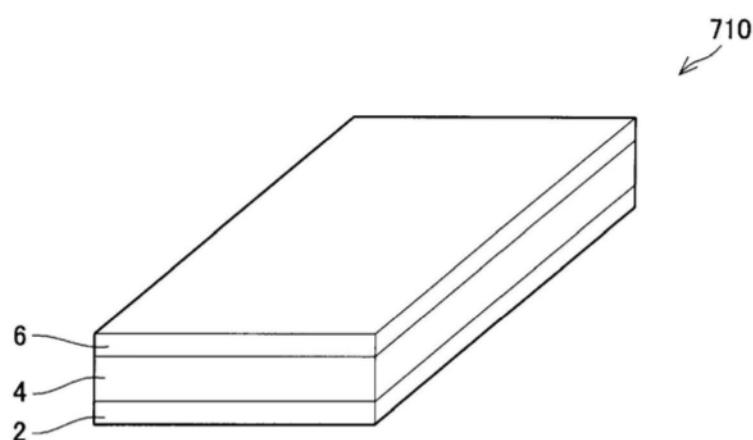


图12

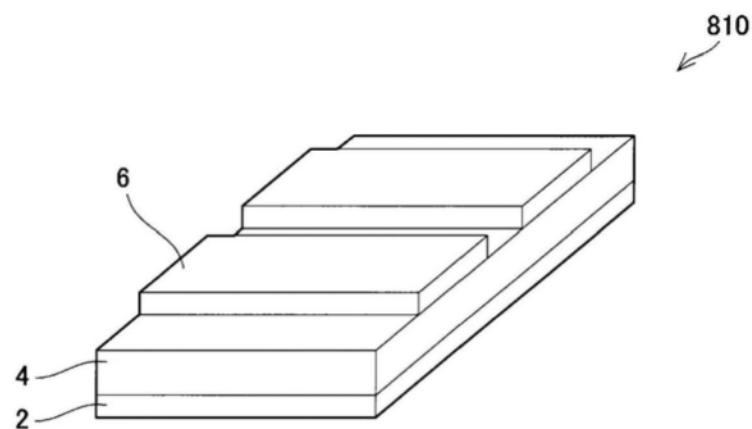


图13

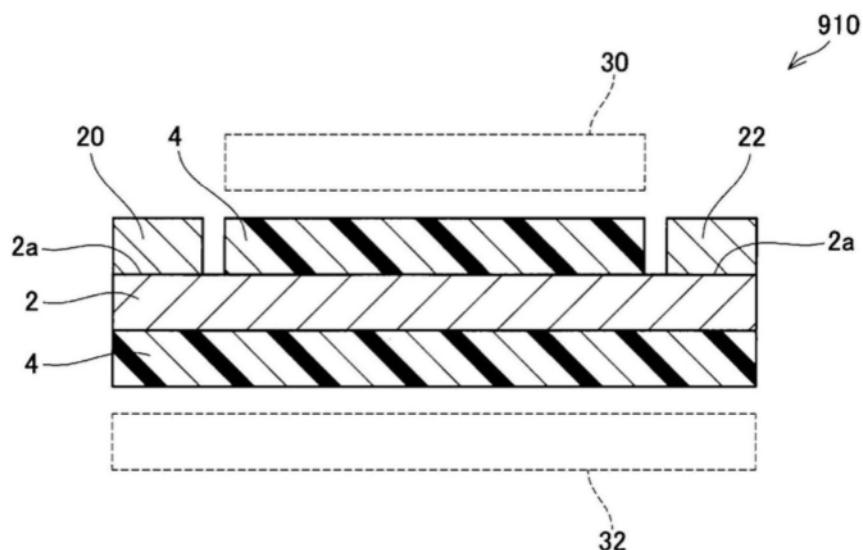


图14

	配合量				成分测定值		气孔率		热传导率		热膨胀系数		外观
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 纤维 质量 %	板状 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 质量 %	TiO <sub>2</sub> 粒子 质量 %	ZrO <sub>2</sub> 粒子 质量 %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 成分 质量 %	TiO <sub>2</sub> 成分 质量 %	体积 %	W/mK	多孔质层 W/mK	金属板 W/mK	多孔质层 $\alpha 1$ $\times 10^{-6}/K$	金属板 $\alpha 2$ $\times 10^{-6}/K$	
试样1	20	35	45	0	55	45	66	0.2	26	5.7	10.4	0.55	○
试样2	20	33	47	0	52	48	63	0.2	26	6.2	10.4	0.60	○
试样3	20	30	50	0	49	51	61	0.2	26	7.1	10.4	0.68	○
试样4	30	20	50	0	51	48	62	0.2	26	7.0	10.4	0.67	○
试样5	50	0	50	0	50	49	61		26	6.9	10.4	0.66	○
试样6	10	20	70	0	28	72	61		26	8.0	10.4	0.77	○
试样7	10	10	80	0	19	80	59		26	8.4	10.4	0.81	○
试样8	5	10	45	40	16	46	56		26	10.5	10.4	1.01	○
试样9	5	10	45	40	16	46	56		400	10.5	16.7	0.63	○
试样10	5	10	85	0	16	84	57		400	8.5	16.7	0.51	○
试样11	5	5	45	45	11	46	53		26	10.7	10.4	1.03	△
试样12	20	40	40	0	59	41	65		26	4.9	10.4	0.47	×

图 15