(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 114729263 A
(43)申请公布日 2022.07.08

(21)申请号 202080082848.7

(22)申请日 2020.09.30

(30)优先权数据
62/908,434 2019.09.30 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2022.05.27

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/CA2020/051308 2020.09.30

(87)PCT国际申请的公布数据
WO2021/062538 EN 2021.04.08

(71)申请人 零点火技术股份有限公司
地址 加拿大新斯科舍省

(72)发明人 E·M·布莱尔

(74)专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司 31100
专利代理师 蔡文清 王颖

(51)Int.Cl.
C09K 21/00(2006.01)
C09D 7/62(2006.01)
F16L 59/02(2006.01)
C09D 5/18(2006.01)

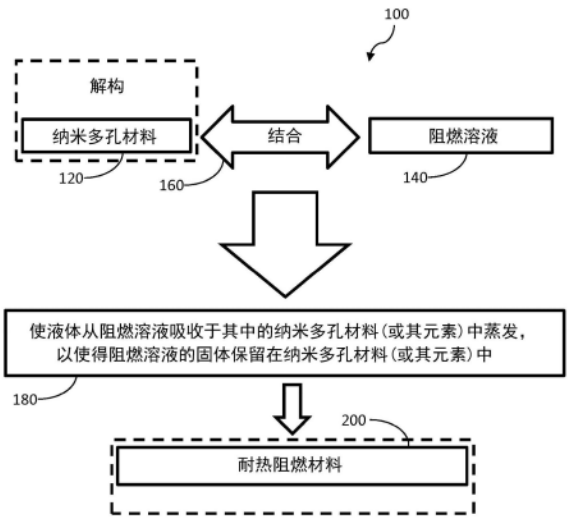
权利要求书3页 说明书9页 附图2页

(54)发明名称

隔热阻燃材料及其制造方法

(57)摘要

阻燃材料包括包含多个元素的解构纳米多孔材料和在纳米多孔材料元素内的阻燃溶液的固体。形成阻燃材料的方法包括:使纳米多孔材料和阻燃溶液结合,以使得纳米多孔材料元素吸收阻燃溶液;以及使得液体从阻燃溶液吸收于其中的纳米多孔材料元素中蒸发,以使得其浓缩物或固体保留在纳米多孔材料元素中。



CN 114729263 A

1.一种形成阻燃材料的方法,所述方法包括:

使纳米多孔材料和阻燃溶液结合,以使得纳米多孔材料元素吸收阻燃溶液;以及

使液体从阻燃溶液吸收于其中的纳米多孔材料元素中蒸发,以使得其浓缩物或固体保留在纳米多孔材料元素中。

2.如权利要求1所述的方法,其中,使纳米多孔材料和阻燃溶液结合包括使硅石基纳米多孔材料或硅酸盐基纳米多孔材料与阻燃溶液结合。

3.如权利要求1所述的方法,其中,使纳米多孔材料和阻燃溶液结合包括使具有硅氧键的硅酸盐矿物纳米多孔材料或二氧化硅气凝胶纳米多孔材料与阻燃溶液结合。

4.如权利要求1所述的方法,其中,使纳米多孔材料和阻燃溶液结合包括使开孔纳米多孔材料与阻燃溶液结合。

5.如权利要求1所述的方法,其中,纳米多孔材料元素限定了小于约100nm的孔径,并且,使纳米多孔材料和阻燃溶液结合包括使阻燃溶液与纳米多孔材料元素结合,所述元素包括如下材料中的任一:限定孔径小于约0.4nm的亚微孔材料、孔径小于约0.7nm的极微孔材料、限定孔径为约0.7nm至约2.0nm的超微孔材料、限定孔径小于约2.0nm的微孔材料、限定孔径为约2.0nm至约50.0nm的介孔材料以及限定孔径大于约50.0nm至小于约100.0nm的大孔材料。

6.如权利要求1所述的方法,其中,使纳米多孔材料和阻燃溶液结合包括使纳米多孔材料与含有如下物质的阻燃溶液结合:硼化合物、磷化合物、氯化合物、锂化合物、氟化合物、锑化合物、硼酸盐化合物、硼酸、无机水合物、溴化合物、铝化合物、氢氧化镁、鏻盐、锆盐、磷酸铵、磷酸二铵、甲基溴、甲基碘、溴氯二氟甲烷、二溴四氟乙烷、二溴二氟甲烷、脲、胍、胍盐或它们的组合。

7.如权利要求1所述的方法,其中,使液体从阻燃溶液吸收于其中的纳米多孔材料元素中蒸发包括对阻燃溶液吸收于其中的纳米多孔材料元素进行喷雾干燥。

8.如权利要求1所述的方法,所述方法包括:在使纳米多孔材料和阻燃溶液结合之前,对纳米多孔材料元素进行处理以赋予纳米多孔材料亲水性。

9.一种阻燃材料,其包含:

包含多个元素的解构纳米多孔材料;和

在解构纳米多孔材料元素内的阻燃溶液的固体。

10.如权利要求9所述的阻燃材料,其中,解构纳米多孔材料包括解构硅石基纳米多孔材料或解构硅酸盐基纳米多孔材料。

11.如权利要求9所述的阻燃材料,其中,解构纳米多孔材料包括具有硅氧键的解构硅酸盐矿物纳米多孔材料或解构二氧化硅气凝胶纳米多孔材料。

12.如权利要求9所述的阻燃材料,其中,纳米多孔材料包括开孔纳米多孔材料。

13.如权利要求9所述的阻燃材料,其中,纳米多孔材料元素限定了小于约100nm的孔径,并且,包括如下材料中的任一:限定孔径小于约0.4nm的亚微孔材料、孔径小于约0.7nm的极微孔材料、限定孔径为约0.7nm至约2.0nm的超微孔材料、限定孔径小于约2.0nm的微孔材料、限定孔径为约2.0nm至约50.0nm的介孔材料以及限定孔径大于约50.0nm至小于约100.0nm的大孔材料。

14.如权利要求9所述的阻燃材料,其中,阻燃溶液的固体包含在解构纳米多孔材料元

素中，并且由液体从阻燃溶液吸收于其中的解构纳米多孔材料元素中蒸发所获得。

15.如权利要求14所述的阻燃材料，所述阻燃材料还包含由液体从阻燃溶液吸收于其中的解构纳米多孔材料元素中部分蒸发所获得的包含在解构纳米多孔材料元素中的阻燃溶液的浓缩物。

16.如权利要求9所述的阻燃材料，其中，阻燃溶液的固体包括由液体从阻燃溶液蒸发所获得的结晶固体。

17.如权利要求9所述的阻燃材料，其中，阻燃溶液含有：硼化合物、磷化合物、氯化合物、锂化合物、氟化合物、锑化合物、硼酸盐化合物、硼酸、无机水合物、溴化合物、铝化合物、氢氧化镁、鏻盐、锆盐、磷酸铵、磷酸二铵、甲基溴、甲基碘、溴氯二氟甲烷、二溴四氟乙烷、二溴二氟甲烷、脲、胍、胍盐或它们的组合。

18.如权利要求9所述的阻燃材料，其中，解构纳米多孔材料包括亲水性解构纳米多孔材料。

19.如权利要求9所述的阻燃材料，其中，阻燃溶液包括如下中的一种：水性阻燃溶液、无毒液体阻燃溶液和中性pH液体阻燃溶液。

20.一种隔热、阻燃或耐火产品，其包括：

产品基质；和

解构硅石基纳米多孔材料的多个元素和解构硅酸盐基纳米多孔材料的多个元素，各解构纳米多孔材料的元素在其中具有阻燃溶液的固体。

21.如权利要求20所述的产品，其中，解构硅石基纳米多孔材料包括解构二氧化硅气凝胶纳米多孔材料。

22.如权利要求20所述的产品，其中，解构硅酸盐基纳米多孔材料包括具有硅氧键的解构硅酸盐矿物纳米多孔材料。

23.如权利要求20所述的产品，其中，解构硅石基纳米多孔材料或解构硅酸盐基纳米多孔材料包括开孔纳米多孔材料。

24.如权利要求20所述的产品，其中，解构硅石基纳米多孔材料元素和解构硅酸盐基纳米多孔材料元素限定了小于约100nm的孔径，并且所述元素包括如下材料中的任一：限定孔径小于约0.4nm的亚微孔材料、孔径小于约0.7nm的极微孔材料、限定孔径为约0.7nm至约2.0nm的超微孔材料、限定孔径小于约2.0nm的微孔材料、限定孔径为约2.0nm至约50.0nm的介孔材料以及限定孔径大于约50.0nm至小于约100.0nm的大孔材料。

25.如权利要求20所述的产品，其中，阻燃溶液的固体包含在解构硅石基纳米多孔材料元素或解构硅酸盐基纳米多孔材料元素中，并且由液体从阻燃溶液吸收于其中的解构硅石基纳米多孔材料或解构硅酸盐基纳米多孔材料中蒸发所获得。

26.如权利要求25所述的产品，所述产品还包括包含在解构硅石基纳米多孔材料元素或解构硅酸盐基纳米多孔材料元素中的阻燃溶液的浓缩物，并且由液体从阻燃溶液吸收于其中的解构硅石基纳米多孔材料或解构硅酸盐基纳米多孔材料中部分蒸发所获得。

27.如权利要求20所述的产品，其中，阻燃溶液的固体包括由液体从阻燃溶液蒸发所获得的结晶固体。

28.如权利要求20所述的产品，其中，阻燃溶液含有：硼化合物、磷化合物、氯化合物、锂化合物、氟化合物、锑化合物、硼酸盐化合物、硼酸、无机水合物、溴化合物、铝化合物、氢氧

化镁、鏻盐、锆盐、磷酸铵、磷酸二铵、甲基溴、甲基碘、溴氯二氟甲烷、二溴四氟乙烷、二溴二氟甲烷、脲、胍、胍盐或它们的组合。

29.如权利要求20所述的产品，其中，解构硅石基纳米多孔材料或解构硅酸盐基纳米多孔材料包括亲水性解构硅石基纳米多孔材料或亲水性解构硅酸盐基纳米多孔材料。

30.一种形成隔热、阻燃或耐火产品的方法，所述方法包括：

使硅石基纳米多孔材料和阻燃溶液结合，以使得硅石基纳米多孔材料元素吸收阻燃溶液；

使硅酸盐基纳米多孔材料和阻燃溶液结合，以使得硅酸盐基纳米多孔材料元素吸收阻燃溶液；

使液体从阻燃溶液吸收于其中的硅石基纳米多孔材料元素和硅酸盐基纳米多孔材料元素中蒸发，以使得其浓缩物或固体保留在硅石基纳米多孔材料元素和硅酸盐基纳米多孔材料元素中；以及

将阻燃溶液的浓缩物或固体保留于其中的硅石基纳米多孔材料元素和硅酸盐基纳米多孔材料元素添加到产品基质中，以形成隔热、阻燃或耐火产品。

隔热阻燃材料及其制造方法

背景技术

[0001] 公开领域

[0002] 本公开涉及阻燃材料，更具体地涉及隔热阻燃材料，以及用于制造该材料的方法。

[0003] 相关技术说明

[0004] 传统的膨胀型涂料可能会提供一些被动的热保护，尽管通常只有在暴露于200至250℃的温度范围内时才会发生(并膨胀)。在环境温度下，膨胀型和非膨胀型涂料在很大程度上都不能起到热障的作用。也就是说，膨胀型或非膨胀型涂料通常不会对传导或辐射造成的热量损失提供任何保护，因此不会提供显著的隔热值。

[0005] 此外，可能需要以多层施涂此类膨胀型涂料，以达到膨胀元素的所需厚度，从而在涂覆对象暴露于火焰或升高温度的情况下适当膨胀并起到阻燃剂的作用。在达到所需的涂层厚度时，难以用膨胀型涂料获得光滑的表面光洁度。在没有膨胀元素的情况下，涂料的基础树脂通常是易燃的。

[0006] 因此，存在对隔热材料的需求，该材料在环境温度下将减少由于辐射或传导而导致的热量损失，并减少或防止热传递，例如，由于热桥接的热传递。在发生火灾的情况下，此类材料还应是阻燃(和/或耐火/耐热)的。此类具有隔热和阻燃(和/或耐火/耐热)特性的材料还应理想地为随后的混合物提供和/或赋予隔热和耐火/耐热特性，向其中添加该材料以形成隔热、阻燃或耐火产品，例如，包括聚合树脂的混合物，以形成涂层。

发明内容

[0007] 上述和其它需求通过本公开的一些方面满足，其中，在一个方面中，提供了形成阻燃材料的方法，所述方法包括：使纳米多孔材料和阻燃溶液结合，以使得纳米多孔材料元素吸收阻燃溶液；以及使得液体从阻燃溶液吸收于其中的纳米多孔材料元素中蒸发，以使得其浓缩物或固体保留在纳米多孔材料元素中。

[0008] 本公开的另一方面提供了阻燃材料，所述阻燃材料包括包含多个元素的解构纳米多孔材料；和纳米多孔材料元素内的阻燃溶液的固体。

[0009] 本公开的另一方面提供了一种隔热、阻燃或耐火产品，所述产品包括：产品基质；和容纳在产品基质中的解构纳米多孔材料混合物，所述解构纳米多孔材料混合物包括多个解构硅石基纳米多孔材料元素和多个解构硅酸盐基纳米多孔材料元素，各解构纳米多孔材料元素在其中具有阻燃溶液的固体。

[0010] 本公开内容因此包括但不限于以下实施方式：

[0011] 实施方式1：一种形成阻燃材料的方法，所述方法包括：使纳米多孔材料和阻燃溶液结合，以使得纳米多孔材料元素吸收阻燃溶液；以及使得液体从阻燃溶液吸收于其中的纳米多孔材料元素中蒸发，以使得其浓缩物或固体保留在纳米多孔材料元素中。

[0012] 实施方式2：如任一前述实施方式或前述实施方式任意组合所述的方法，其中，使纳米多孔材料和阻燃溶液结合包括使得硅石基纳米多孔材料或硅酸盐基纳米多孔材料与阻燃溶液结合。

[0013] 实施方式3:如任一前述实施方式或前述实施方式任意组合所述的方法,其中,使纳米多孔材料和阻燃溶液结合包括使得具有硅氧键的硅酸盐矿物纳米多孔材料或二氧化硅气凝胶纳米多孔材料与阻燃溶液结合。

[0014] 实施方式4:如任一前述实施方式或前述实施方式任意组合所述的方法,其中,使纳米多孔材料和阻燃溶液结合包括使得开孔纳米多孔材料与阻燃溶液结合。

[0015] 实施方式5:如任一前述实施方式或前述实施方式任意组合所述的方法,其中,纳米多孔材料元素限定了小于约100nm的孔径,并且,使纳米多孔材料和阻燃溶液结合包括使得阻燃溶液与纳米多孔材料元素结合,所述元素包括如下材料中的任一:限定孔径小于约0.4nm的亚微孔材料、孔径小于约0.7nm的极微孔材料(ultramicroporous material)、限定孔径为约0.7nm至约2.0nm的超微孔材料(supermicroporous material)、限定孔径小于约2.0nm的微孔材料、限定孔径为约2.0nm至约50.0nm的介孔材料以及限定孔径大于约50.0nm至小于约100.0nm的大孔材料。

[0016] 实施方式6:如任一前述实施方式或前述实施方式任意组合所述的方法,其中,使纳米多孔材料和阻燃溶液结合包括使得纳米多孔材料与含有如下物质的阻燃溶液结合:硼化合物、磷化合物、氯化合物、锂化合物、氟化合物、锑化合物、硼酸盐化合物、硼酸、无机水合物、溴化合物、铝化合物、氢氧化镁、鏻盐、锆盐、磷酸铵、磷酸二铵、甲基溴、甲基碘、溴氯二氟甲烷、二溴四氟乙烷、二溴二氟甲烷、脲、胍、胍盐或它们的组合。

[0017] 实施方式7:如任一前述实施方式或前述实施方式任意组合所述的方法,其中,使得液体从阻燃溶液吸收于其中的纳米多孔材料元素中蒸发包括对阻燃溶液吸收于其中的纳米多孔材料元素进行喷雾干燥。

[0018] 实施方式8:如任一前述实施方式或前述实施方式任意组合所述的方法,所述方法包括:在使纳米多孔材料和阻燃溶液结合之前,对纳米多孔材料元素进行处理以赋予纳米多孔材料亲水性。

[0019] 实施方式9:一种阻燃材料,其包括:包含多个元素的解构纳米多孔材料;和解构纳米多孔材料元素内的阻燃溶液的固体。

[0020] 实施方式10:如任一前述实施方式或前述实施方式任意组合所述的阻燃材料,其中,解构纳米多孔材料包括解构硅石基纳米多孔材料或解构硅酸盐基纳米多孔材料。

[0021] 实施方式11:如任一前述实施方式或前述实施方式任意组合所述的阻燃材料,其中,解构纳米多孔材料包括具有硅氧键的解构硅酸盐矿物纳米多孔材料或解构二氧化硅气凝胶纳米多孔材料。

[0022] 实施方式12:如任一前述实施方式或前述实施方式任意组合所述的阻燃材料,其中,纳米多孔材料包括开孔纳米多孔材料。

[0023] 实施方式13:如任一前述实施方式或前述实施方式任意组合所述的阻燃材料,其中,纳米多孔材料元素限定了小于约100nm的孔径,并且,包括如下材料中的任一:限定孔径小于约0.4nm的亚微孔材料、孔径小于约0.7nm的极微孔材料、限定孔径为约0.7nm至约2.0nm的超微孔材料、限定孔径小于约2.0nm的微孔材料、限定孔径为约2.0nm至约50.0nm的介孔材料以及限定孔径大于约50.0nm至小于约100.0nm的大孔材料。

[0024] 实施方式14:如任一前述实施方式或前述实施方式任意组合所述的阻燃材料,其中,阻燃溶液的固体包含在解构纳米多孔材料元素中,并且由液体从阻燃溶液吸收于其中

的解构纳米多孔材料元素中蒸发所获得。

[0025] 实施方式15:如任一前述实施方式或前述实施方式任意组合所述的阻燃材料,所述阻燃材料还包含由液体从阻燃溶液吸收于其中的解构纳米多孔材料元素中部分蒸发所获得的包含在解构纳米多孔材料元素中的阻燃溶液的浓缩物。

[0026] 实施方式16:如任一前述实施方式或前述实施方式任意组合所述的阻燃材料,其中,阻燃溶液的固体包括由液体从阻燃溶液蒸发所获得的结晶固体。

[0027] 实施方式17:如任一前述实施方式或前述实施方式任意组合所述的阻燃材料,其中,阻燃溶液含有:硼化合物、磷化合物、氯化合物、锂化合物、氟化合物、锑化合物、硼酸盐化合物、硼酸、无机水合物、溴化合物、铝化合物、氢氧化镁、鏻盐、锆盐、磷酸铵、磷酸二铵、甲基溴、甲基碘、溴氯二氟甲烷、二溴四氟乙烷、二溴二氟甲烷、脲、胍、胍盐或它们的组合。

[0028] 实施方式18:如任一前述实施方式或前述实施方式任意组合所述的阻燃材料,其中,解构纳米多孔材料包括亲水性解构纳米多孔材料。

[0029] 实施方式19:如任一前述实施方式或前述实施方式任意组合所述的阻燃材料,其中,阻燃溶液包括如下中的一种:水性阻燃溶液、无毒液体阻燃溶液和中性pH液体阻燃溶液。

[0030] 实施方式20:一种隔热、阻燃或耐火产品,其包括:产品基质;和解构硅石基纳米多孔材料的多个元素和解构硅酸盐基纳米多孔材料的多个元素,各解构纳米多孔材料元素在其中具有阻燃溶液的固体。

[0031] 实施方式21:如任一前述实施方式或前述实施方式任意组合所述的产品,其中,解构硅石基纳米多孔材料包括解构二氧化硅气凝胶纳米多孔材料。

[0032] 实施方式22:如任一前述实施方式或前述实施方式任意组合所述的产品,其中,解构硅酸盐基纳米多孔材料包括具有硅氧键的解构硅酸盐矿物纳米多孔材料。

[0033] 实施方式23:如任一前述实施方式或前述实施方式任意组合所述的产品,其中,解构硅石基纳米多孔材料或解构硅酸盐基纳米多孔材料包括开孔纳米多孔材料。

[0034] 实施方式24:如任一前述实施方式或前述实施方式任意组合所述的产品,其中,解构硅石基纳米多孔材料元素和解构硅酸盐基纳米多孔材料元素限定了小于约100nm的孔径,并且,并且所述元素包括如下材料中的任一:限定孔径小于约0.4nm的亚微孔材料、孔径小于约0.7nm的极微孔材料、限定孔径为约0.7nm至约2.0nm的超微孔材料、限定孔径小于约2.0nm的微孔材料、限定孔径为约2.0nm至约50.0nm的介孔材料以及限定孔径大于约50.0nm至小于约100.0nm的大孔材料。

[0035] 实施方式25:如任一前述实施方式或前述实施方式任意组合所述的产品,其中,阻燃溶液的固体包含在解构硅石基纳米多孔材料元素或解构硅酸盐基纳米多孔材料元素中,并且由液体从阻燃溶液吸收于其中的解构硅石基纳米多孔材料或解构硅酸盐基纳米多孔材料中蒸发所获得。

[0036] 实施方式26:如任一前述实施方式或前述实施方式任意组合所述的产品,其中,所述产品还包含阻燃溶液浓缩物,所述阻燃溶液浓缩物包含在解构硅石基纳米多孔材料元素或解构硅酸盐基纳米多孔材料元素中,并且由液体从阻燃溶液吸收于其中的解构硅石基纳米多孔材料或解构硅酸盐基纳米多孔材料中部分蒸发所获得。

[0037] 实施方式27:如任一前述实施方式或前述实施方式任意组合所述的产品,其中,阻

燃溶液的固体包括由液体从阻燃溶液蒸发所获得的结晶固体。

[0038] 实施方式28:如任一前述实施方式或前述实施方式任意组合所述的产品,其中,阻燃溶液含有:硼化合物、磷化合物、氯化合物、锂化合物、氟化合物、锑化合物、硼酸盐化合物、硼酸、无机水合物、溴化合物、铝化合物、氢氧化镁、鏻盐、锆盐、磷酸铵、磷酸二铵、甲基溴、甲基碘、溴氯二氟甲烷、二溴四氟乙烷、二溴二氟甲烷、脲、胍、胍盐或它们的组合。

[0039] 实施方式29:如任一前述实施方式或前述实施方式任意组合所述的产品,其中,解构硅石基纳米多孔材料或解构硅酸盐基纳米多孔材料包括亲水性解构硅石基纳米多孔材料或亲水性解构硅酸盐基纳米多孔材料。

[0040] 实施方式30:一种形成隔热、阻燃或耐火产品的方法,所述方法包括:使硅石基纳米多孔材料和阻燃溶液结合,以使得硅石基纳米多孔材料元素吸收阻燃溶液;使硅酸盐基纳米多孔材料和阻燃溶液结合,以使得硅酸盐基纳米多孔材料元素吸收阻燃溶液;使得液体从阻燃溶液吸收于其中的硅石基纳米多孔材料元素和硅酸盐基纳米多孔材料元素中蒸发,以使得其浓缩物或固体保留在硅石基纳米多孔材料元素和硅酸盐基纳米多孔材料元素中;以及将阻燃溶液的浓缩物或固体保留于其中的硅石基纳米多孔材料元素和硅酸盐基纳米多孔材料元素添加到产品基质中,以形成隔热、阻燃或耐火产品。

[0041] 通过结合在下文简要描述的附图来阅读以下详细描述,可使本公开的这些以及其它特征、方面和优势显而易见。本公开内容包括两种、三种、四种或更多种本公开内容所阐述的特征或元素的任何组合,无论这些特征或元素是否在本文的具体实施方式说明中明确组合或以其它方式描述。本文旨在用于整体性阅读,公开内容在任何其各种方面和实施方式中的任何可分割特征或元素都应当被视为旨在成为可结合的特征或元素,除非上下文中另有明确规定。

[0042] 应理解,本文的概述仅用于总结一些示例性方面,以提供对本发明的基本理解。因此,应理解,上述示例性方面仅仅是示例,不应被解释为以任何方式缩小本发明的范围或精神。应理解,本发明的范围包括许多潜在方面,除了本文概述的那些方面之外,下文将进一步描述其中一些方面。此外,本文所公开的其它方面和这些方面的优点在下文详细说明中结合附图将变得显而易见,所述附图通过示例方式解释所述方面的原理。

[0043] 附图的多个视图的简要说明

[0044] 以上概括地描述了本发明,下面将结合附图进行描述,附图不一定按照比例绘制,其中:

[0045] 图1示意性显示了根据本公开一个方面的形成阻燃材料的方法;以及

[0046] 图2示意性显示了根据本公开一个方面的形成隔热、阻燃或耐火产品的方法。

[0047] 发明详述

[0048] 在此将参照附图更完整地描述本发明,它们显示了本发明的一些而非全部的方面。实际上,本发明可以以许多不同的形式实施,不应看作仅限于本文所述方面;并且,这些方面用来使得本发明的揭示内容可以满足法律上的要求。本文中,类似的附图标记指代类似的元素。

[0049] 图1示意性显示了形成隔热、阻燃材料的方法,所述方法由元素100表示。根据本公开的某些方面,该方法包括:使得包含多个元素(例如,粉末、颗粒混合物或其它解构固体)的纳米多孔材料120与液体阻燃溶液140结合或混合,以使得液体阻燃溶液被纳米多孔材料

元素吸收。在一些实例中，纳米多孔材料120包括硅石(silica)基纳米多孔材料、硅酸盐基纳米多孔材料、二氧化硅(silicon dioxide)基纳米多孔材料。在其它示例中，纳米多孔材料120包括具有硅氧键的硅酸盐矿物纳米多孔材料或硅石(二氧化硅)气凝胶纳米多孔材料。在一些示例中，纳米多孔材料120是开孔纳米多孔材料。该硅石基纳米多孔材料或二氧化硅基纳米多孔材料的示例包括通常指定为气凝胶的任意市售可购得的无定形硅石(二氧化硅)材料。该具有硅氧键的硅酸盐矿物纳米多孔材料的示例包括蛭石。尽管在本文的一些示例中被称为解构材料，但纳米多孔材料在与阻燃溶液结合之前可以解构/精制，也可以无需解构/精制。也就是说，在一些方面中，纳米多孔材料在与阻燃溶液结合前并未解构/精制，但是如果需要或期望，可以在与阻燃溶液结合之后进行解构。对纳米多孔材料进行解构/精制是指将纳米多孔材料加工为多个元素，形成粉末、颗粒混合物等)。

[0050] 结合本公开实施的合适纳米多孔材料的非限制性示例可包括：Enersens **Kwark®** 气凝胶、Svenska **Quartzene®** Z1气凝胶、Cabot **Enova®** 气凝胶和JIOS **AeroVa®**气凝胶。在一个示例中，纳米多孔材料120包括：例如，NANOLIT®碳气凝胶和/或UNINANO TS-Powder®气凝胶，其通常表现出高表面积并呈现耐热性。具体来说，NANOLIT®的表面积为约700至约1500m^2/g，密度为约.5g/cc，而TS-Powder®的表面积为约600至约1000m^2/g，密度为约0.06至约0.38g/cc。该示例性气凝胶通常显示出低热导率λ，并且不会吸收液体水(疏水的)，但是水蒸气可渗透。通常，该示例性气凝胶不包含杀真菌剂、杀藻剂、杀虫剂、粘合剂或阻燃剂，并且不与其他材料反应。然而，本领域技术人员将理解，纳米多孔材料可以包含或包括许多不同的有机或无机化合物(例如沉淀的硅石)，其可以以许多不同的商品名提供。

[0051] 纳米多孔材料可酌情解构/精制，以获得本文所公开的包含多个元素的解构纳米多孔材料120。例如，纳米多孔材料可切碎、研磨或粉碎，或以其他方式进行适当的加工，以使纳米多孔材料的较大元素减小并解构为具有所需精制程度(例如，如平均粒径范围所反映的)的较小元素。根据本公开的一些方面，在解构为多个元素后，纳米多孔材料120的平均元素尺寸可以理想地为约0.5mm至约1.5mm。在本公开的一些方面中，(例如，除解构纳米多孔材料外)还可添加通常平均元素尺寸小于约0.1mm的纳米多孔材料120的极细颗粒或元素，以填入解构纳米多孔材料的较大尺寸颗粒元素之间的间隙中或在该间隙中提供填料。纳米多孔材料可通过机械加工(例如，通过锤磨机或其他合适的加工设备)解构成多个元素。

[0052] 在一些方面中，术语“纳米多孔材料”限定为孔径或平均孔径小于约100nm的材料或材料元素，并且可以包含单一多孔材料元素或多种多孔材料元素的组合。例如，可以作为纳米多孔材料元素单独或组合使用的合适多孔材料包含如下任一材料的元素：限定孔径小于约0.4nm的亚微孔材料、孔径小于约0.7nm的极微孔材料、限定孔径为约0.7nm至约2.0nm的超微孔材料、限定孔径小于约2.0nm的微孔材料、限定孔径为约2.0nm至约50.0nm的介孔材料以及限定孔径大于约50.0nm至小于约100.0nm的大孔材料，以及它们的任何组合。

[0053] 在一些方面中，阻燃溶液140是包含如下物质的液体溶液：硼化合物、磷化合物、氯化合物、锂化合物、氟化合物、锑化合物、硼酸盐化合物、硼酸、无机水合物、溴化合物、铝化合物、氢氧化镁、鏻盐、锆盐、磷酸铵、磷酸二铵、甲基溴、甲基碘、溴氯二氟甲烷、二溴四氟乙

烷、二溴二氟甲烷、脲、胍、胍盐或它们的组合。此外，阻燃溶液140可以采用为如下中的一种：水性液体阻燃溶液、无毒液体阻燃溶液和中性pH液体阻燃溶液。

[0054] 纳米多孔材料120(无论解构与否)和液体阻燃溶液140进行结合以使得纳米多孔材料(或其元素)吸收液体阻燃溶液(模块160)。一旦吸收或以其它方式结合/混合足够时间以允许吸收，液体会从阻燃溶液吸收于其中的纳米多孔材料(或其元素)中蒸发(模块180)，从而使阻燃溶液的浓缩物和/或其固体保留在纳米多孔材料(或其元素)中。更具体地说，例如，保留在纳米多孔材料(或其元素)中的固体是由液体从阻燃溶液蒸发获得的结晶固体。在一些示例中，纳米多孔材料(或其元素)所吸收的阻燃溶液中的液体不会完全蒸发，因此，使得所吸收的阻燃溶液浓缩物留在纳米多孔材料(或其元素)中。

[0055] 本领域技术人员将理解，液体可以以不同的适当方式从阻燃溶液吸收于其中的纳米多孔材料(或其元素)中蒸发。例如，阻燃溶液吸收于其中的纳米多孔材料(或其元素)可以进行加热，以使液体蒸发。在其它示例中，阻燃溶液吸收于其中的纳米多孔材料(或其元素)可通过以下方式使液体从其中蒸发：使饱和纳米多孔材料(或其元素)经受加热过程(包括微波加热过程)、喷雾干燥过程和/或使纳米多孔材料(或其元素)所吸收的阻燃溶液中的至少一些液体被去除的任意其他合适的工艺。也就是说，从阻燃溶液中蒸发至少一部分或特定量的液体就足够了，以使越来越浓(液体较少)的阻燃溶液的沉淀物、更高浓度的阻燃溶液，和/或阻燃溶液的固体充分保持在孔内，或以其他方式保持与纳米多孔材料或其元素的表面接合。

[0056] 在一些方面中，在纳米多孔材料与液体阻燃溶液结合之前，可能需要或希望首先对纳米多孔材料进行处理以使纳米多孔材料(或其元素)亲水。也就是说，纳米多孔材料(例如，NANOLIT®等)可在生产时是疏水的，或者可能由于制造商对其进行的制造后处理而是疏水的(例如，通过使用硅烷化剂使其具有疏水性)，例如，以防止纳米多孔材料吸收周围环境中的水分。因此，在如本文所公开的那样实施之前，特别是在液体阻燃溶液被纳米多孔材料吸收的情况下，可以首先对纳米多孔材料进行处理以使纳米多孔材料亲水。更具体地，在一些示例中，用于使亲水性纳米多孔材料疏水的示例性硅烷化剂是沸点为57℃的三甲基氯硅烷(TMCS)。为了从经处理的(疏水性)纳米多孔材料中去除TMCS和/或任何其他硅烷化剂，例如，经处理的纳米多孔材料可置于强制(空气)循环烘箱中，并加热至比用于使纳米多孔材料疏水的硅烷化剂沸点低约10℃(例如，将疏水性纳米多孔材料加热至与硅烷化剂沸点相关的特定温度，但不会使纳米多孔材料烧结)。

[0057] 一旦对阻燃溶液吸收于其中的亲水性纳米多孔材料进行加工以去除(例如，蒸发、脱水或去液化)足量的与阻燃溶液相关的液体，则如果在与阻燃溶液结合之前未进行解构，其中具有阻燃溶液浓缩物和/或固体的纳米多孔材料可进行解构/精制，或在适当、必要或可取的情况下进一步解构/精制，以达到所需的适当精制水平。例如，其中具有阻燃溶液浓缩物和/或固体的纳米多孔材料可切碎、研磨或粉碎，或以其他方式进行适当的加工，以使纳米多孔材料的较大元素减小并解构/精制为具有所需精制程度(例如，如平均粒径范围所反映的)的较小元素(例如粉末、颗粒材料等)。在本公开的一些方面中，在解构为多个元素后，其中具有阻燃溶液浓缩物和/或固体的纳米多孔材料的平均元素尺寸可以理想地为约0.5mm至约1.5mm。在本公开的其它方面中，(例如，除其中具有阻燃溶液的浓缩物和/或固体的解构纳米多孔材料的元素外)还可添加通常平均元素尺寸小于约0.1mm的其中具有阻燃

溶液浓缩物和/或固体的纳米多孔材料的极细颗粒，以填入其中具有阻燃溶液浓缩物和/或固体的解构纳米多孔材料的较大尺寸颗粒或元素之间的间隙中或在该间隙中提供填料。其中具有阻燃溶液浓缩物和/或固体的纳米多孔材料可通过机械加工(例如，通过锤磨机或其他合适的加工设备)解构/精制。

[0058] 在某些方面中，纳米多孔材料120的阻隔性能、以及阻燃溶液140的固体赋予纳米多孔材料120的阻燃性/耐火性因此允许将该工艺产生的隔热和阻燃(或耐火)材料作为成分添加到其他混合物中，以将这些特性赋予这些混合物及由其产生的产品。例如，其中具有阻燃溶液浓缩物和/或固体的精制/解构纳米多孔材料可与产品基质(如聚合物树脂)结合，以形成具有均匀平滑度(consistency)的隔热、阻燃涂层(产品)。也就是说，其中具有阻燃溶液浓缩物和/或固体的精制解构纳米多孔材料可以足够量添加到产品基质(如聚合物树脂)中并且基本均匀分散于其中，以使得涂料产品呈现出均匀或一致的平滑度(consistency)，并且在施加至表面时涂层看起来光滑。纳米多孔材料的阻隔性能以及赋予纳米多孔材料和聚合物树脂的阻燃性/耐火性(例如，当将其中具有阻燃溶液浓缩物和/或固体的解构纳米多孔材料添加到聚合树脂中或与聚合树脂结合时，阻燃溶液浓缩物和/或固体从纳米多孔材料中浸出，并且进入聚合物树脂中)，从而消除了对涂层中其他阻燃提供物(例如，膨胀型材料)的需要。因此，根据本发明的特定方面，缺少膨胀型材料组分的所得涂层(产品)因此可以指定为非膨胀型涂层。此外，例如与膨胀型涂层相比，纳米多孔材料的阻隔性能赋予所得涂层显著阻隔值，同时提供相对于例如膨胀型涂层相对平滑的涂层。此外，本领域技术人员还将理解，为了这些附加元素所展示的性能和目的，还可以根据需要或期望将其它元素(如表面活性剂、增稠剂、颜料、纤维或其组合)添加到聚合物树脂中。在该示例中，聚合物树脂可以包括氯乙烯树脂或其他合适的树脂材料，例如乙酸乙烯酯-乙烯共聚物树脂、苯乙烯-丙烯酸类树脂、丙烯酸类树脂、聚氨酯树脂、硅酮树脂、环氧树脂、丁二烯树脂、丙烯酸乙烯酯树脂、硅酸盐树脂、乙酸乙烯酯-丙烯酸丁酯共聚物树脂、羧化聚合物树脂、聚偏氟乙烯聚合物树脂或它们的组合。

[0059] 图2示意性显示了形成隔热、阻燃或耐火产品的方法，所述方法通常由元素300表示。根据本公开的某些方面，该方法包括：使硅石基纳米多孔材料320与阻燃溶液360结合，以使硅石基纳米多孔材料元素吸收阻燃溶液；以及使得硅酸盐基纳米多孔材料340与阻燃溶液360结合，以使硅酸盐基纳米多孔材料元素吸收阻燃溶液。使得液体从阻燃溶液吸收于其中的硅石基纳米多孔材料元素和硅酸盐基纳米多孔材料元素中蒸发或以其它方式去除，以使得其浓缩物或固体保留在硅石基纳米多孔材料元素和硅酸盐基纳米多孔材料元素380中。将阻燃溶液的浓缩物或固体保留于其中的硅石基纳米多孔材料元素和硅酸盐基纳米多孔材料元素添加到产品基质中，以形成隔热、阻燃或耐火产品400。

[0060] 在其它方面中，隔热、阻燃或耐火产品通过在相同产品基质中采用各自具有阻燃溶液浓缩物和/或固体的不同解构纳米多孔材料来实现。例如，隔热、阻燃或耐火产品包括产品基质(例如，本文所公开的聚合物树脂)和容纳在产品基质中的解构纳米多孔材料的组合。在一个方面中，解构纳米多孔材料的组合包括解构硅石基纳米多孔材料的多个元素和解构硅酸盐基纳米多孔材料的多个元素，各解构纳米多孔材料元素在其中具有阻燃溶液的固体。在一些示例中，解构硅石基纳米多孔材料包括解构硅石气凝胶纳米多孔材料，并且解构硅酸盐基纳米多孔材料包括具有硅氧键的解构硅酸盐矿物纳米多孔材料，其中，本文另

以其它方式公开了各解构纳米多孔材料的示例。

[0061] 在这些方面中，可选择硅酸盐基纳米多孔材料以提供比硅石基纳米多孔材料更高温度(例如，大于150℃)的隔热性能，其中，在较低温度(例如，低于150℃)下，硅石基无孔材料可表现出比硅酸盐基纳米多孔材料更有利的隔热性能。在产品基质中结合两种不同的无孔材料因而提供了在从环境温度到产品可能经历的更高温度(例如，暴露在火中或火产生的热量)的温度范围内具有良好隔热性能(除阻燃性能或耐火特性外)的产品。

[0062] 在一些方面中，解构硅石基纳米多孔材料或解构硅酸盐基纳米多孔材料包括开孔纳米多孔材料。在特定方面中，解构硅石基纳米多孔材料元素和解构硅酸盐基纳米多孔材料元素限定了小于约100nm的孔径，并且，所述元素包括如下材料中的任一：限定孔径小于约0.4nm的亚微孔材料、孔径小于约0.7nm的极微孔材料、限定孔径为约0.7nm至约2.0nm的超微孔材料、限定孔径小于约2.0nm的微孔材料、限定孔径为约2.0nm至约50.0nm的介孔材料以及限定孔径大于约50.0nm至小于约100.0nm的大孔材料。

[0063] 如本文以其它方式公开的，阻燃溶液的固体(例如，由液体从阻燃溶液蒸发所得的结晶固体)包含在解构硅石基纳米多孔材料元素或解构硅酸盐基纳米多孔材料元素中，并且由液体从阻燃溶液吸收于其中的解构硅石基纳米多孔材料或解构硅酸盐基纳米多孔材料中蒸发所获得。在其它方面中，阻燃溶液的浓缩物包含在解构硅石基纳米多孔材料元素或解构硅酸盐基纳米多孔材料元素中，并且由液体从阻燃溶液吸收于其中的解构硅石基纳米多孔材料或解构硅酸盐基纳米多孔材料中部分蒸发所获得。还应注意，在特定方面中，阻燃溶液含有：硼化合物、磷化合物、氯化合物、锂化合物、氟化合物、锑化合物、硼酸盐化合物、硼酸、无机水合物、溴化合物、铝化合物、氢氧化镁、鏻盐、锆盐、磷酸铵、磷酸二铵、甲基溴、甲基碘、溴氯二氟甲烷、二溴四氟乙烷、二溴二氟甲烷、脲、胍、胍盐或它们的组合。在其它方面中，解构硅石基纳米多孔材料或解构硅酸盐基纳米多孔材料包括亲水性解构硅石基纳米多孔材料或亲水性解构硅酸盐基纳米多孔材料。

[0064] 因此，本发明的多个方面提供了一种隔热、阻燃(或耐火)材料，所述材料能够在火灾暴露和/或环境温度情况下通过一种或多种纳米多孔材料提供隔热性能。此外，阻燃溶液和/或阻燃溶液固体的加入赋予纳米多孔材料阻燃(或耐火)性能。随后使隔热阻燃材料包含在混合物中(例如，聚合物树脂中，以形成涂层)也可导致将隔热/阻燃性能赋予该混合物/产品。

[0065] 受益于上文描述和相关附图所示内容中呈现的教导，本文所公开实施方式所述领域的技术人员可以想到本文所述发明的许多改良和其它实施方式。因此，应当理解本发明的实施方式不限于所公开的具体实施方式，各种改良和其它实施方式意图包括在本发明的范围之内。此外，尽管前面的说明书和相关附图就元素和/或功能的某些示例性组合描述了示例性实施方式，但是应当理解，可以通过替代的实施方式来提供元件和/或功能的不同组合而不脱离本公开的范围。在这方面，例如，在本公开的范围内，还设想了不同于上述明确描述的元素和/或功能组合的不同组合。尽管在本文中使用了具体的术语，但是这些术语仅以通用和描述性意义使用，而不用于对本发明构成限制。

[0066] 应理解，尽管在本文中使用术语第一、第二等描述各种步骤或计算，但是这些步骤或计算不应受到这些术语的限制。这些术语仅用于区分一种操作或计算与另一种操作或计算。例如，在不背离本发明的范围的情况下，第一计算可被称为第二计算，并且类似地，第二

步骤可被称为第一步骤。本文所用的术语“和/或”和符号“/”包括一个或多个关联列表项的任意和所有组合。

[0067] 除非上下文另外清楚地说明，否则，本文中所使用的单数形式的“一个”、“一种”和“该”还意图包括复数形式。还应当理解的是，在本文中使用时，术语“包含”、“含有”、“涵盖”和/或“包括”表示存在所述特征、整数、步骤、操作、元件和/或部件，但是并不排除存在或加入一种或多种其它的特征、整数、步骤、操作、元件、部件和/或其组合的情况。因此，本文所用的术语仅仅用来描述具体实施方式，而不是用于进行限制。

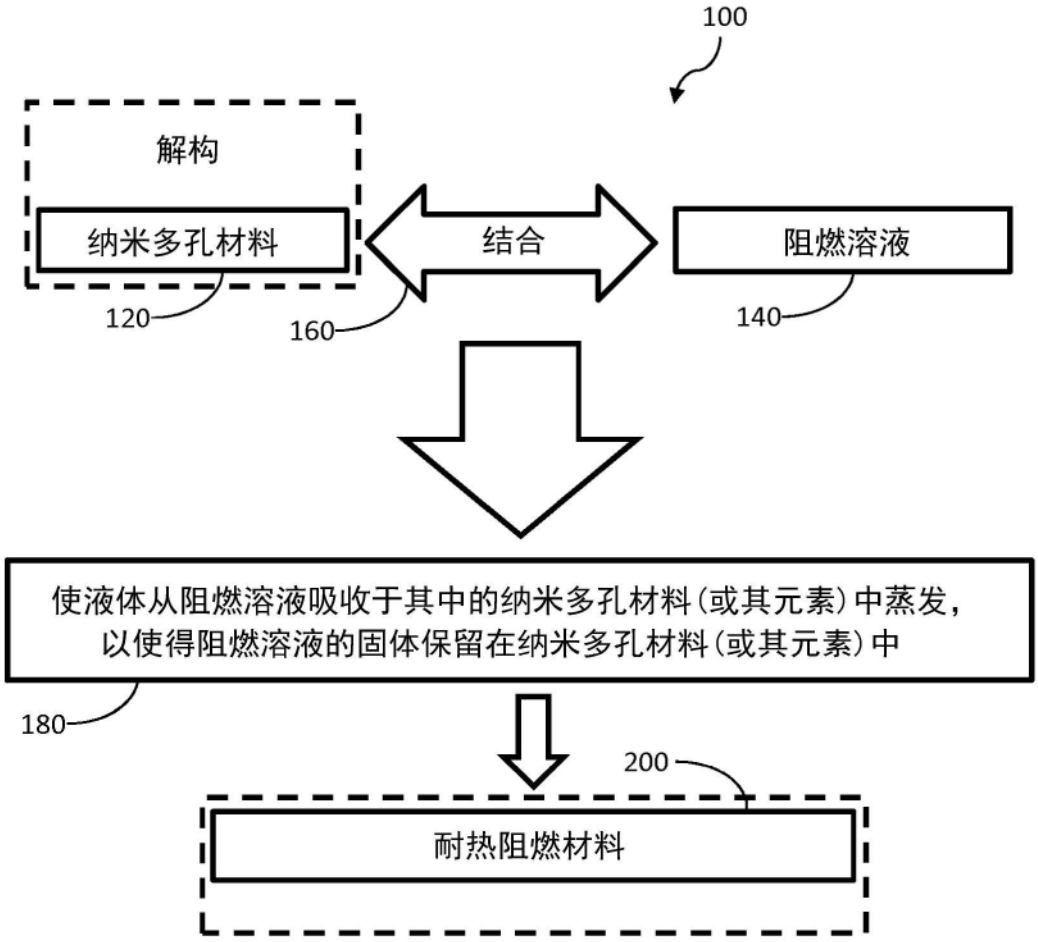

100
解构
纳米多孔材料
120
结合
160
阻燃溶液
140
使液体从阻燃溶液吸收于其中的纳米多孔材料(或其元素)中蒸发，
以使得阻燃溶液的固体保留在纳米多孔材料(或其元素)中
180
200
耐热阻燃材料

图1

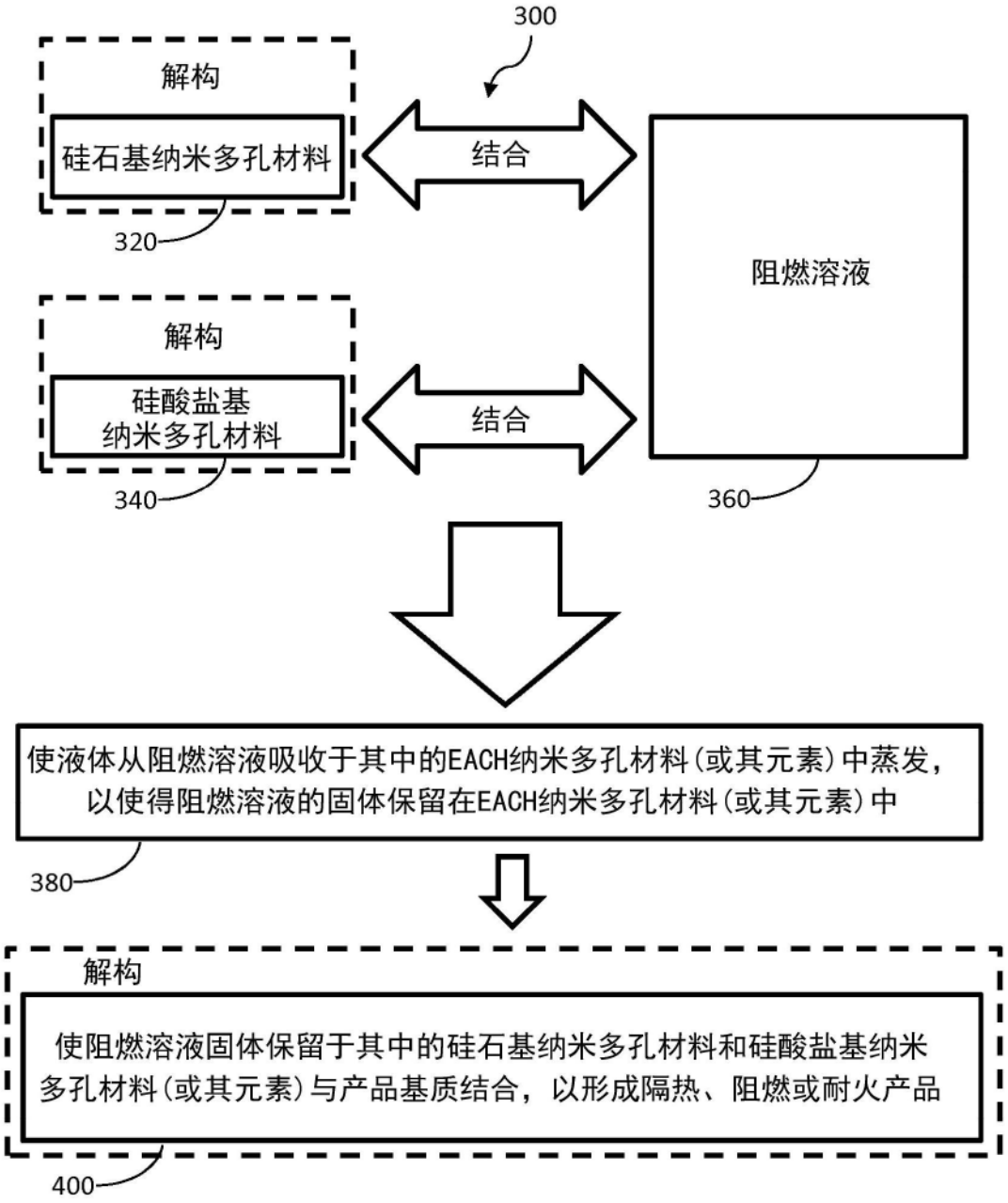

300
解构
硅石基纳米多孔材料
320
结合
阻燃溶液
解构
硅酸盐基
纳米多孔材料
340
结合
360
使液体从阻燃溶液吸收于其中的EACH纳米多孔材料(或其元素)中蒸发，
以使得阻燃溶液的固体保留在EACH纳米多孔材料(或其元素)中
380
解构
使阻燃溶液固体保留于其中的硅石基纳米多孔材料和硅酸盐基纳米
多孔材料(或其元素)与产品基质结合，以形成隔热、阻燃或耐火产品
400

图2