



(10) 授权公告号 CN 107107099 B

(45) 授权公告日 2024. 03. 08

(21) 申请号 201580071441.3

(22) 申请日 2015.11.12

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 107107099 A

(43) 申请公布日 2017.08.29

(30) 优先权数据
62/079,288 2014.11.13 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2017.06.28

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/US2015/060289 2015.11.12

(87) PCT国际申请的公布数据
W02016/077527 EN 2016.05.19

(73) 专利权人 韩华阿德公司
地址 美国弗吉尼亚州

(72) 发明人 Y-T·特森 王若杪 M·O·梅森
T·D·罗伯茨 E·J·沃伦坎普

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司
72002
专利代理师 过晓东

(51) Int.Cl.
B05D 1/40 (2006.01)
B32B 5/18 (2006.01)
B32B 27/12 (2006.01)
B32B 27/14 (2006.01)
C08K 3/04 (2006.01)

(56) 对比文件
CN 1950199 A, 2007.04.18
US 5952248 A, 1999.09.14

审查员 高菲菲

权利要求书2页 说明书29页 附图13页

(54) 发明名称

包括可膨胀石墨材料的预浸料坯、芯和复合材料制品

(57) 摘要

描述了包含分散在热塑性层中的可膨胀石墨材料的预浸料坯、复合材料和制品。在一些情况下,热塑性复合材料制品包括含多种增强纤维和热塑性材料的多孔芯层,并且所述多孔芯层还包含均匀分散在所述多孔芯层中的可膨胀石墨颗粒。



1. 一种汽车热塑性复合材料制品,其包括多孔芯层,所述多孔芯层包括开孔结构网,所述开孔结构网包含通过聚烯烃热塑性材料保持在一起的随机交叉的多种增强纤维,其中所述多孔芯层包含20%-95%的孔隙率,其中所述多孔芯层包含20重量%至80重量%的热塑性材料和30重量%至70重量%的增强纤维,其中所述多孔芯层还包含均匀分散在所述多孔芯层的开孔结构网中的非共价键可膨胀石墨颗粒,其中所述非共价键可膨胀石墨颗粒从所述多孔芯层的第一表面到所述多孔芯层的第二表面均匀地分散在所述开孔结构网内,其中所述汽车热塑性复合材料制品满足日期为1991年的联邦机动车辆安全标准302 (FMVSS 302) 易燃性测试和自熄,以及其中所述可膨胀石墨颗粒在红外线加热条件下,以高于所述多孔芯层中热塑性材料的熔点温度20摄氏度或更高的蓬松温度进行蓬松,以及其中在所述非共价键可膨胀石墨颗粒的蓬松期间,所述非共价键可膨胀石墨颗粒的体积作为温度的函数逐步增加。

2. 如权利要求1所述的汽车热塑性复合材料制品,其中所述可膨胀石墨颗粒在辐射加热至所述可膨胀石墨颗粒的蓬松起始温度之后有效增加所述多孔芯层的厚度至少50%。

3. 如权利要求1所述的汽车热塑性复合材料制品,其中所述可膨胀石墨颗粒经选择为在对流加热后对蓬松基本上不敏感。

4. 如权利要求1所述的汽车热塑性复合材料制品,其中所述多种增强纤维包含玻璃纤维、芳族聚酰胺纤维、石墨纤维、碳纤维、无机矿物纤维、金属纤维、金属化合成纤维和金属化无机纤维中的至少一种。

5. 如权利要求1所述的汽车热塑性复合材料制品,其中所述热塑性材料包含以下的至少一种:聚乙烯、聚丙烯、聚苯乙烯、聚酰亚胺、聚醚酰亚胺、丙烯腈苯乙烯、丁二烯、聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚对苯二甲酸丁二醇酯、聚四氯酸丁二醇酯、聚氯乙烯、聚苯醚、聚碳酸酯、聚酯碳酸酯、聚酯、丙烯腈-丙烯酸丁酯-苯乙烯聚合物、无定形尼龙、聚芳醚酮、聚苯硫醚、聚芳基砜、聚醚砜、聚(1,4亚苯基)化合物、硅酮及其混合物。

6. 如权利要求1所述的汽车热塑性复合材料制品,其中所述热塑性材料包含颗粒并且所述热塑性材料的颗粒的平均粒度与所述可膨胀石墨颗粒的平均粒度相似。

7. 如权利要求1所述的汽车热塑性复合材料制品,其中所述多孔芯层提供了阻燃性并且不含卤素。

8. 如权利要求7所述的汽车热塑性复合材料制品,其在所述多孔芯层中还包含阻燃剂,其中所述阻燃剂包含N、P、As、Sb、Bi、S、Se或Te中的至少一种。

9. 如权利要求1所述的汽车热塑性复合材料制品,其中所述多孔芯层提供了阻燃性并且不包含阻燃剂。

10. 如权利要求1所述的汽车热塑性复合材料制品,其在所述多孔芯层中还包含蓬松剂。

11. 如权利要求1所述的汽车热塑性复合材料制品,进一步包括设置在所述多孔芯层的第一表面的表皮。

12. 如权利要求11所述的汽车热塑性复合材料制品,其中所述可膨胀石墨颗粒在辐射加热至高于所述可膨胀石墨颗粒的蓬松起始温度之后有效增加所述多孔芯层的厚度至少50%。

13. 如权利要求11所述的汽车热塑性复合材料制品,其中所述可膨胀石墨颗粒经选择

为在对流加热后对蓬松基本上不敏感。

14. 如权利要求11所述的汽车热塑性复合材料制品,其中所述多种增强纤维包含玻璃纤维、芳族聚酰胺纤维、石墨纤维、碳纤维、无机矿物纤维、金属纤维、金属化合成纤维和金属化无机纤维中的至少一种。

15. 如权利要求11所述的汽车热塑性复合材料制品,其中所述热塑性材料包含以下的至少一种:聚乙烯、聚丙烯、聚苯乙烯、聚酰亚胺、聚醚酰亚胺、丙烯腈苯乙烯、丁二烯、聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚对苯二甲酸丁二醇酯、聚四氯酸丁二醇酯、聚氯乙烯、聚苯醚、聚碳酸酯、聚酯碳酸酯、聚酯、丙烯腈-丙烯酸丁酯-苯乙烯聚合物、无定形尼龙、聚芳醚酮、聚苯硫醚、聚芳基砜、聚醚砜、聚(1,4亚苯基)化合物、硅酮及其混合物。

16. 如权利要求11所述的汽车热塑性复合材料制品,其中所述热塑性材料包含颗粒并且所述可膨胀石墨颗粒的平均粒度为所述热塑性材料颗粒的平均粒度的50%。

17. 如权利要求11所述的汽车热塑性复合材料制品,其中所述多孔芯层提供了阻燃性并且不含卤素。

18. 如权利要求17所述的汽车热塑性复合材料制品,其在所述多孔芯层中还包含阻燃剂,其中所述阻燃剂包含N、P、As、Sb、Bi、S、Se或Te中的至少一种。

19. 如权利要求11所述的汽车热塑性复合材料制品,其中所述多孔芯层进一步包括多孔芯层的开孔结构网中共价结合的可膨胀石墨颗粒。

20. 如权利要求11所述的汽车热塑性复合材料制品,其在所述多孔芯层中还包含蓬松剂。

包括可膨胀石墨材料的预浸料坯、芯和复合材料制品

[0001] 优先权申请

[0002] 本申请涉及2014年11月13日提交的美国临时申请第62/079,288号,并要求其优先权和权益,其整个公开内容据此通过引用并入本文用于所有目的。

技术领域

[0003] 本申请涉及包含一种或多种可膨胀石墨材料的复合材料制品。在某些构造中,描述了复合材料制品,其包括含热塑性材料、多种增强纤维和可膨胀石墨材料的热塑性芯,可膨胀石墨材料置于或分散于芯中。

背景技术

[0004] 用于汽车和建筑材料应用的制品通常设计为符合许多竞争和严格的性能规范。

发明内容

[0005] 本文描述的预浸料坯、芯和复合材料制品的某些构造提供了所需的属性,包括但不限于制品表面上更均匀的蓬松,更好的声学特性、阻燃性、增强的可加工性和增强的可用性。

[0006] 在第一方面,提供了一种热塑性复合材料制品,其包括含多种增强纤维和热塑性材料的多孔芯层,所述多孔芯层还包含分散在芯层中,例如均匀分散在多孔芯层的空隙空间中的可膨胀石墨(EG)材料如EG颗粒。

[0007] 在某些构造中,等于或高于可膨胀石墨颗粒(例如,EG颗粒)的蓬松起始温度和/或树脂熔点辐射加热后,可膨胀石墨材料如颗粒有效增加多孔芯层的厚度至少50%。在其它构造中,可膨胀石墨材料,如EG颗粒,经选择为在对流加热时对蓬松基本上不敏感。在一些情况下,所述多种增强纤维包含玻璃纤维、芳族聚酰胺纤维、石墨纤维、碳纤维、无机矿物纤维、金属纤维、金属化合成纤维和金属化无机纤维中的至少一种。在其它情况下,所述热塑性材料包含以下的至少一种:聚乙烯、聚丙烯、聚苯乙烯、聚酰亚胺、聚醚酰亚胺、丙烯腈苯乙烯、丁二烯、聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚对苯二甲酸丁二醇酯、聚四氯酸丁二醇酯、聚氯乙烯、聚苯醚、聚碳酸酯、聚酯碳酸酯、聚酯、丙烯腈-丙烯酸丁酯-苯乙烯聚合物、无定形尼龙、聚芳醚酮、聚苯硫醚、聚芳基砜、聚醚砜、聚(1,4亚苯基)化合物、硅酮及其混合物。在一些实施方案中,热塑性材料包含颗粒并且热塑性材料颗粒的平均粒度与可膨胀石墨颗粒的平均粒度大致相同。在某些实例中,多孔芯层提供了阻燃性并且不含卤素。在一些实施方案中,多孔芯层中可存在阻燃剂,其中所述阻燃剂包含N、P、As、Sb、Bi、S、Se或Te中的至少一种。在其它情况下,所述多孔芯层提供了阻燃性并且不包含阻燃剂。在一些实施方案中,所述多孔芯层可包含处于多孔芯层中的蓬松剂,例如另一种蓬松剂,其中所述可膨胀石墨材料也有效地起到蓬松剂的作用。

[0008] 另一方面,公开了一种热塑性复合材料制品,其包括含开孔结构网的多孔芯层,所述开孔结构网包含通过热塑性材料保持在一起的随机交叉的增强纤维,所述多孔芯层还包

含均匀分散在所述开孔结构网内的可膨胀石墨材料,例如EG颗粒。

[0009] 在某些实施方案中,高于可膨胀石墨材料,例如颗粒的蓬松起始温度和/或树脂熔点辐射加热后,可膨胀石墨材料如EG颗粒有效增加多孔芯层的厚度至少50%。在其它实施方案中,可膨胀石墨材料如颗粒,经选择为在对流加热时对蓬松基本上不敏感。在其它情况下,所述多种增强纤维包含玻璃纤维、芳族聚酰胺纤维、石墨纤维、碳纤维、无机矿物纤维、金属纤维、金属化合成纤维和金属化无机纤维中的至少一种。在其它实施方案中,所述热塑性材料包含以下的至少一种:聚乙烯、聚丙烯、聚苯乙烯、聚酰亚胺、聚醚酰亚胺、丙烯腈苯乙烯、丁二烯、聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚对苯二甲酸丁二醇酯、聚四氯酸丁二醇酯、聚氯乙烯、聚苯醚、聚碳酸酯、聚酯碳酸酯、聚酯、丙烯腈-丙烯酸丁酯-苯乙烯聚合物、无定形尼龙、聚芳醚酮、聚苯硫醚、聚芳基砜、聚醚砜、聚(1,4亚苯基)化合物、硅酮及其混合物。在一些实例中,热塑性材料包含颗粒并且热塑性材料颗粒的平均粒度与可膨胀石墨颗粒的平均粒度大致相同。在其它情况下,可膨胀石墨的平均粒度为热塑性材料平均粒度的至少50%。在其它实例中,多孔芯层提供了阻燃性并且不含卤素。在一些实施方案中,在多孔芯层中提供了阻燃剂,其中所述阻燃剂包含N、P、As、Sb、Bi、S、Se或Te中的至少一种。在其它情况下,所述多孔芯层提供了阻燃性并且不包含阻燃剂。在某些实例中,所述制品在多孔芯层中可包含蓬松剂,例如另一种蓬松剂,其中所述可膨胀石墨材料也有效地起到蓬松剂的作用。

[0010] 另一方面,公开了一种热塑性复合材料板,其包括含多种增强纤维和热塑性材料的多孔芯层,所述多孔芯层还包含均匀分散在芯层中,例如多孔芯层的空隙空间中的可膨胀石墨材料例如EG颗粒,及置于所述多孔芯层的至少一个表面上的表皮。

[0011] 在某些实施方案中,所述板包含置于多孔芯层和表皮之间的附加多孔芯层。在其它实施方案中,附加多孔芯层包含热塑性材料、多种增强纤维和可膨胀石墨材料如EG颗粒。在其它实例中,附加多孔芯层的可膨胀石墨材料如EG颗粒均匀分散在附加多孔芯层中。在一些实施方案中,附加多孔芯层的可膨胀石墨材料(例如,EG颗粒)呈梯度分布在附加多孔芯层中。在某些构造中,多孔芯层提供了阻燃性并且不含卤素。在一些实施方案中,所述多孔芯层提供了阻燃性并且不包含阻燃剂。在某些实施方案中,高于可膨胀石墨颗粒的蓬松起始温度辐射加热后,可膨胀石墨材料(例如,EG颗粒)有效增加多孔芯层的厚度至少50%。在某些实例中,所述板在多孔芯层中可包含蓬松剂,例如另一种蓬松剂,其中所述可膨胀石墨材料也有效地起到蓬松剂的作用。

[0012] 另一方面,提供了一种热塑性复合材料板,其包括含开孔结构网的多孔芯层,所述开孔结构网包含通过热塑性材料保持在一起的随机交叉的增强纤维,所述多孔芯层还包含均匀分散在所述开孔结构网内的可膨胀石墨材料(例如,EG颗粒);及置于多孔芯层的至少一个表面上的表皮。

[0013] 在某些情况下,所述板还包含置于多孔芯层和表皮之间的附加多孔芯层。在一些实施方案中,附加多孔芯层包含热塑性材料、多种增强纤维和可膨胀石墨材料如EG颗粒。在其它实例中,附加多孔芯层的可膨胀石墨材料(例如,EG颗粒)均匀分散在附加多孔芯层中。在一些实施方案中,附加多孔芯层的可膨胀石墨材料如EG颗粒呈梯度分布在附加多孔芯层中。在某些构造中,多孔芯层提供了阻燃性并且不含卤素。在其它构造下,所述多孔芯层提供了阻燃性并且不包含阻燃剂。在一些实施方案中,高于可膨胀石墨颗粒的蓬松起始温度辐射加热后,可膨胀石墨材料如EG颗粒有效增加多孔芯层的厚度至少50%。在其它情况下,

所述板在多孔芯层中包含蓬松剂,例如另一种蓬松剂,其中所述可膨胀石墨材料也有效地起到蓬松剂的作用。在一些实施方案中,所述表皮可包含可膨胀石墨颗粒。

[0014] 另一方面,提供了一种热塑性复合材料板,其包括含开孔结构网的多孔芯层,所述开孔结构网包含通过热塑性材料保持在一起的随机交叉的增强纤维,所述多孔芯层还包含均匀分散在所述开孔结构网内的非共价键合的可膨胀石墨材料,例如非共价键合的可膨胀石墨颗粒;及置于多孔芯层的至少一个表面上的表皮。

[0015] 在某些实施方案中,所述板可包含分散在所述网内的共价键合的可膨胀石墨材料如EG颗粒。在一些构造中,非共价键合的可膨胀石墨材料,例如EG颗粒和共价键合的可膨胀石墨材料,例如EG颗粒以大致相同的量存在。在其它情况下,共价键合的石墨材料如EG颗粒呈梯度分布存在于所述网内。在一些实施方案中,非共价键合的可膨胀石墨材料如EG颗粒以阻燃量存在。在某些实例中,多孔芯层提供了阻燃性并且不含卤素。在其它实施方案中,所述板在多孔芯层中可包含阻燃剂,其中所述阻燃剂包含N、P、As、Sb、Bi、S、Se或Te中的至少一种。在其它实施方案中,高于可膨胀石墨颗粒例如EG颗粒的蓬松起始温度辐射加热后,可膨胀石墨材料例如EG颗粒有效增加多孔芯层的厚度至少50%。在其它情况下,所述板在多孔芯层中包含蓬松剂,例如另一种蓬松剂,其中所述可膨胀石墨材料也有效地起到蓬松剂的作用。在一些实施方案中,所述表皮可包含共价键合的可膨胀石墨材料如EG颗粒或非共价键合的可膨胀石墨材料如EG颗粒。

[0016] 另一方面,提供了一种方法,其包括将热塑性材料、增强纤维和可膨胀石墨材料,例如EG颗粒合并成混合物以形成经搅拌的水性泡沫,将经搅拌的水性泡沫置于导线支撑构件上,将水排空以形成网,并且将网加热到高于所述热塑性材料熔融温度的第一温度,其中所述第一温度低于可膨胀石墨材料(例如,EG颗粒)的蓬松起始温度,所以基本上不会出现蓬松。若需要,可向所述网施加压力以提供包含均匀分散在网内的可膨胀石墨颗粒的热塑性复合材料板。

[0017] 在某些情况下,所述排空步骤去除置于导线支撑构件上的经搅拌的水性泡沫中少于5%的膨胀石墨材料,例如EG颗粒。在其它实施方案中,所述方法包括混合经搅拌的水性泡沫,直至可膨胀石墨材料如EG颗粒均匀分散在经搅拌的水性泡沫中。在一些实施方案中,所述方法包括使用对流加热对所述网进行加热。在某些实施方案中,所述方法包括向热塑性复合材料板施加压力。在一些实例中,所述方法包括使用辐射加热对热塑性复合材料板进行加热。在其它构造中,所述方法包括将附加可膨胀石墨材料,例如EG颗粒置于热塑性复合材料板的表面。在一些实施方案中,所述方法包括向经搅拌的水性泡沫添加蓬松剂。在其它实例中,所述方法包括使热塑性复合材料板与表皮联接。在一些实例中,所述方法包括使所述热塑性复合材料板与包含热塑性材料、增强纤维和可膨胀石墨材料如EG颗粒的附加热塑性复合材料板联接。在一些实施方案中,所述方法包括将所述热塑性材料选择为包含颗粒并且将所述可膨胀石墨颗粒的平均粒度选择为与热塑性材料颗粒的平均粒度大致相同。

[0018] 另一方面,提供了一种方法,其包括将热塑性材料、增强纤维和可膨胀石墨材料,例如EG颗粒合并成混合物,混合所述混合物以提供所述可膨胀石墨材料例如EG颗粒于所述混合物中基本上均匀的分散体,将所述混合物置于导线支撑构件上,将水从所置混合物中排空以形成网,并且在第一加热条件下加热所述网以使所述热塑性材料熔融,所述可膨胀石墨材料如EG颗粒无任何显著蓬松。在某些构造中,可向所述网施加压力以提供包含分散

在所述网内的可膨胀石墨颗粒的热塑性复合材料板。

[0019] 在某些实例中,所述排空步骤去除置于导线支撑构件上的混合物中少于5%的膨胀石墨材料,如EG颗粒。在其它实例中,施加压力,不会导致网内的可膨胀石墨材料,例如EG颗粒与热塑性材料或增强纤维共价键合。在其它情况下,所述方法包括使用对流加热对所述网进行加热。在某些实例中,所述方法包括向热塑性复合材料板施加压力。在其它实例中,所述方法包括使用辐射加热对热塑性复合材料板进行加热。在其它构造中,所述方法包括将附加可膨胀石墨材料如EG颗粒置于热塑性复合材料板的表面。在一些实施方案中,所述方法包括向混合物中添加蓬松剂。在一些实施方案中,所述方法包括使热塑性复合材料板与表皮联接。在某些实例中,所述方法包括使所述热塑性复合材料板与包含热塑性材料、增强纤维和可膨胀石墨材料如EG颗粒的附加热塑性复合材料板联接。在一些实施方案中,所述方法包括将所述热塑性材料选择为包含颗粒并且将所述可膨胀石墨颗粒的平均粒度选择为与热塑性材料颗粒的平均粒度大致相同或将所述可膨胀石墨颗粒的平均粒度选择为热塑性材料颗粒的平均粒度的约50%或更高。

[0020] 另一方面,提供了一种热塑性复合材料制品,其包括含多种增强纤维和热塑性材料的多孔芯层,所述多孔芯层还包含分散在多孔芯层的空隙空间中的可膨胀石墨材料如EG颗粒。在某些情况下,可膨胀石墨材料如EG颗粒是非共价键合的可膨胀石墨材料,例如非共价键合的可膨胀石墨颗粒。

[0021] 另一方面,描述了一种热塑性复合材料制品,其包括含开孔结构网的多孔芯层,所述开孔结构网包含通过热塑性材料保持在一起的随机交叉的增强纤维,所述多孔芯层还包含分散在所述开孔结构网内的可膨胀石墨材料,例如EG颗粒。在一些情况下,可膨胀石墨材料如EG颗粒是非共价键合的可膨胀石墨材料,例如非共价键合的可膨胀石墨颗粒。

[0022] 另一方面,描述了一种热塑性复合材料板,其包括含多种增强纤维和热塑性材料的多孔芯层,所述多孔芯层还包含分散在多孔芯层的空隙空间中的可膨胀石墨材料例如EG颗粒,及置于所述多孔芯层的至少一个表面上的表皮。在一些构造中,可膨胀石墨材料是非共价键合的可膨胀石墨材料,例如非共价键合的可膨胀石墨颗粒。

[0023] 另一方面,提供了一种热塑性复合材料板,其包括含开孔结构网的多孔芯层,所述开孔结构网包含通过热塑性材料保持在一起的随机交叉的增强纤维,所述多孔芯层还包含分散在所述开孔结构网内的可膨胀石墨材料,例如EG颗粒,及置于多孔芯层的至少一个表面上的表皮。在一些实施方案中,可膨胀石墨材料是非共价键合的可膨胀石墨材料,例如非共价键合的可膨胀石墨颗粒。

[0024] 另一方面,公开了一种预浸料坯,其包括由通过热塑性材料保持在一起的多种增强纤维形成的开孔结构网,所述预浸料坯包含分散在所述开孔结构网内的可膨胀石墨材料如EG颗粒。在某些实例中,可膨胀石墨材料是非共价键合的可膨胀石墨材料,例如非共价键合的可膨胀石墨颗粒。

[0025] 另一方面,描述了一种热塑性制品,其包括含多种增强纤维和热塑性材料的多孔芯层,所述多孔芯层还包含均匀分散在所述多孔芯层的空隙空间中的可膨胀石墨材料,例如EG颗粒,其中所述可膨胀石墨材料如EG颗粒以有效量存在以允许所述制品符合/通过日期为1991年的联邦机动车辆安全标准302(FMVSS 302)易燃性测试。在某些实例中,可膨胀石墨材料是非共价键合的可膨胀石墨材料,例如非共价键合的可膨胀石墨颗粒。

[0026] 另一方面,公开了一种热塑性制品,其包括含开孔结构网的多孔芯层,所述开孔结构网包含通过热塑性材料保持在一起的随机交叉的增强纤维,所述多孔芯层还包含均匀分散在所述开孔结构网内的可膨胀石墨材料,例如EG颗粒,其中所述可膨胀石墨材料(如EG颗粒)以有效量存在以允许所述制品符合/通过日期为1991年的联邦机动车辆安全标准302(FMVSS 302)易燃性测试。在某些情况下,可膨胀石墨材料是非共价键合的可膨胀石墨材料,例如非共价键合的可膨胀石墨颗粒。

[0027] 另一方面,提供了一种热塑性复合材料板,其包括含多种增强纤维和热塑性材料的多孔芯层,所述多孔芯层还包含均匀分散在所述多孔芯层的空隙空间中的可膨胀石墨材料如EG颗粒,其中所述可膨胀石墨材料,例如EG颗粒以有效量存在以允许所述制品符合/通过日期为1991年的联邦机动车辆安全标准302(FMVSS 302)易燃性测试,及置于所述多孔芯层的至少一个表面上的表皮。在某些实施方案中,可膨胀石墨材料是非共价键合的可膨胀石墨材料,例如非共价键合的可膨胀石墨颗粒。

[0028] 另一方面,公开了一种热塑性复合材料板,其包括含开孔结构网的多孔芯层,所述开孔结构网包含通过热塑性材料保持在一起的随机交叉的增强纤维,所述多孔芯层还包含均匀分散在所述开孔结构网内的可膨胀石墨材料如EG颗粒,其中所述可膨胀石墨材料以有效量存在以允许所述制品符合/通过日期为1991年的联邦机动车辆安全标准302(FMVSS 302)易燃性测试,及置于所述多孔芯层的至少一个表面上的表皮。在某些实施方案中,可膨胀石墨材料是非共价键合的可膨胀石墨材料,例如非共价键合的可膨胀石墨颗粒。

[0029] 另一方面,一种生产包含多种增强纤维、热塑性材料和可膨胀石墨材料,例如EG颗粒的热塑性复合材料制品的方法,所述方法是通过将所述增强纤维、所述热塑性材料和所述可膨胀石墨材料如EG颗粒加热到高于所述热塑性材料的熔点而低于所述可膨胀石墨材料的蓬松起始温度(例如,低于EG颗粒的蓬松起始温度)的第一温度进行的。

[0030] 在某些实施方案中,所述方法包括将所产制品加热到高于所述可膨胀石墨材料,例如EG颗粒的蓬松起始温度的第二温度以使所述热塑性制品蓬松。在其它实施方案中,所述方法包括将第二温度选择为比第一温度高至少20摄氏度。在其它实施方案中,所述方法包括将第二温度选择为比第一温度高至少40摄氏度。在其它实例中,所述方法包括将第二温度选择为比第一温度高至少60摄氏度。

[0031] 另一方面,公开了一种生产包含多种增强纤维、热塑性材料和可膨胀石墨材料,例如EG颗粒的热塑性复合材料制品的方法,所述方法是通过在第一加热条件下加热所述增强纤维、所述热塑性材料和所述可膨胀石墨材料如EG颗粒以使所述热塑性材料熔融,而避免所述可膨胀石墨颗粒的任何显著蓬松(例如,避免EG颗粒的任何显著蓬松)进行的。

[0032] 在某些实例中,第一加热条件包括对流加热。在其它实例中,所述方法包括在第二加热条件下加热所产制品以使可膨胀石墨材料蓬松,例如使EG颗粒蓬松。在某些实施方案中,第二加热条件包括辐射加热,例如当第一加热条件包括对流加热时。

[0033] 下面更详细地描述了其它特征、方面、实例、构造和实施方案。

附图说明

[0034] 参考附图对某些实施方案进行描述,其中:

[0035] 图1A是根据某些实例,对预浸料坯(或芯)的说明;

- [0036] 图1B根据某些实例,示出了两种不同蓬松剂的假设蓬松曲线;
- [0037] 图2A是根据某些构造,对两个预浸料坯的说明;
- [0038] 图2B是根据某些实施方案,对图2A的两个预浸料坯相互联接形成的复合材料的说明;
- [0039] 图2C是根据某些实例,对置于预浸料坯上的表皮的说明;
- [0040] 图3是根据某些实例,对包含预浸料坯(或芯)和置于预浸料坯(或芯)上的表皮的制品的说明;
- [0041] 图4是根据某些构造,对包含预浸料坯(或芯)和置于预浸料坯(或芯)每个侧面上的表皮的制品的说明;
- [0042] 图5是根据某些实例,对包含预浸料坯(或芯)、置于预浸料坯(或芯)上的表皮和置于表皮上的装饰层的制品的说明;
- [0043] 图6是根据某些实例,对包含两个通过中间层相互联接的预浸料坯或芯的制品的说明;
- [0044] 图7是根据某些构造,对包含两个预浸料坯或芯和置于其中一个预浸料坯或芯上的表皮的制品的说明;
- [0045] 图8是根据某些构造,对包含两个预浸料坯或芯和置于每个预浸料坯或芯上的表皮的制品的说明;
- [0046] 图9是根据某些实例,对包含两个通过中间层相互联接的预浸料坯或芯和置于其中一个预浸料坯或芯上的表皮的制品的说明;
- [0047] 图10是根据某些实施方案,对置于预浸料坯或芯上的材料条带的说明;
- [0048] 图11是根据某些实例,显示为不同热量类型和不同温度的函数的各种样本的蓬松厚度的柱状图;
- [0049] 根据某些实例,图12包括表3;
- [0050] 根据某些实例,图13包括表4;
- [0051] 图14是根据某些实例,显示蓬松试验结果的柱状图;
- [0052] 根据某些实例,图15包括表6;
- [0053] 根据某些实例,图16包括表7;
- [0054] 根据某些实施方案,图17包括表8;和
- [0055] 图18是根据某些实例,显示为三种不同的可膨胀石墨材料的温度的函数的膨胀比的图表。
- [0056] 鉴于本公开的益处,本领域的普通技术人员将认识到,附图中的某些尺寸或特征可能以其它非常规或非比例的方式放大、扭曲或显示,以提供更加用户友好版本的附图。未通过描绘在图中指定特定厚度、宽度或长度,并且附图组成部分的相对尺寸并非意图限制图中任何组成部分的尺寸。在下面的描述中指定了尺寸或值时,提供该尺寸或值仅仅是为了说明的目的。另外,由于附图某些部分的阴影,意在不需要特定的材料或布置,并且即使附图中的不同组成部分可以包括用于区分的阴影,但若需要,不同的组成部分可以包括相同或相似的材料。在一些情况下,为了说明的目的将包含可膨胀石墨材料的芯层显示为包括短须或点。除非在描述特定附图的上下文中另有说明,否则短须和点的排列并非旨在暗示任何特定分布。

具体实施方式

[0057] 下面参考单数和复数术语描述某些实施方案,以便提供对本文公开的技术更加用户友好的描述。使用这些术语仅仅是为了方便而非旨在将预浸料坯、芯、制品、复合材料和其它标的物描述为包括或不包括某些特征,除非另外指出在本文描述的特定实施方案中存在。

[0058] 指出本文描述的某些制品符合FMVSS 302测试或SAE J369测试标准。这些测试通常是等效的并且用于确定燃烧速率测量。简言之,测试使用水平燃烧室、通风橱、足够大以处理长约12英寸的样本的手提袋、水源、计时器、点火器和直尺。这些样本尺寸为约4英寸x约12英寸,通常测试5个或更多个样本。样本的胶粘侧通常经受火焰。对于FMVSS 302测试,通常通风橱开口足以提供每分钟约150立方英尺的气流。对于SAE J369测试,通风橱,例如,可以打开以提供相同气流或者可以一直打开。除非本文另外指出,否则FMVSS302测试可与SAE J369测试互换。这些测试的结果可按几种方式,包括DNI、SE/0、SE/NBR、SE/B、B和RB分类。DNI是指在引燃15秒期间或之后不支持燃烧的材料和/或未使火焰锋传播穿过任一表面到达选定距离的材料。SE/0是指在表面引燃,但火焰本身在移动选定距离之前熄灭的材料。SE/NBR是指从计时开始燃烧60秒钟之前停止燃烧并且从开始计时的时间点计未燃烧超过约50mm的材料。SE/B是指前进选定距离但自身在到达第二距离之前熄灭的先导火焰锋。B是指燃烧整个距离的材料。RB是指燃烧如此迅速而不可能对燃烧速率计时的材料。还可以测量燃烧距离、燃烧时间、燃烧速率及材料是否自熄中的一项或多种。如果火焰每分钟行进小于约102mm,则可以认为样本“符合”或“通过”FMVSS 302或SAE J369测试。如果样本燃烧快于每分钟102mm,则其测试失败。

[0059] 在某些情况下,常常将热塑性复合材料制品模制或加工成各种形状以提供最终成型的部件或制品。加工期间,可能期望增加待加工制品一个或多个组件或层的总厚度。在本文描述的一些构造中,热塑性预浸料坯或热塑性芯中可膨胀石墨材料的存在容许在加热、模制或其它温度或加工操作期间改变制品(或其一部分)的总厚度。在一些情况下,可膨胀石墨材料分散,例如从表面到表面呈基本均匀的分布,分散在包含热塑性材料和多种纤维的热塑性预浸料坯或芯的空隙空间中。在某些实例中,可膨胀石墨材料与预浸料坯或芯中的其它材料非共价键合。在其它实例中,可膨胀石墨材料可以与热塑性材料中存在的一个或多个基团共价键合或与所述多种纤维的一个或多个基团共价键合或两种情况。所用精确蓬松温度根据预浸料坯、芯和颗粒中存在的其它材料变化,并且在一些情况下,蓬松温度可高于或等于预浸料坯、芯和制品中存在热塑性材料的熔点温度。

[0060] 在某些构造中,本文描述的制品可包含预浸料坯或芯层。虽然不希望受任何特定理论的约束,但是预浸料坯通常不是完全固化或加工形式的芯。例如,包含热塑性材料、多种纤维和可膨胀石墨材料的部分固化层通常称为预浸料坯,而包含热塑性材料、多种纤维和可膨胀石墨材料的完全固化层(其可能蓬松或可能尚未蓬松)通常称为芯或芯层。如本文所指出的,虽然可以将芯认为是固化的,但芯仍然可以进一步加工以增加其厚度,改变其形状或另外提供适于预期用途的成型制品或产品。下面的描述提到预浸料坯和芯两者并且在需要时,连同预浸料坯一起使用的材料(及其量和特性)也可用于芯中。

[0061] 在本文描述的某些构造中,在预浸料坯、芯和制品中包括可膨胀石墨材料(EG)以提供预浸料坯、芯和制品的选择性蓬松。蓬松通常是指在加工条件,例如施加热量和/或压

力期间或之后,预浸料坯、芯或制品厚度的总体增加。例如,可以选择EG材料,使得预浸料坯、芯或制品在第二温度和/或第一加热条件下对蓬松基本上不敏感,然后在第二温度和/或第二加热条件下对蓬松敏感。在一些情况下,包含EG材料的预浸料坯、芯和制品在对流加热条件下在很大程度上不会蓬松,而包含EG材料的预浸料坯、芯和制品在红外线加热条件下蓬松。在其它情况下,包含EG材料的预浸料坯、芯和制品在第一温度下在很大程度上不会蓬松,而包含EG材料的预浸料坯、芯和制品在第二温度下蓬松。在某些机动车应用中,可以将EG材料选择为在200摄氏度下基本上不蓬松而在220摄氏度下蓬松。虽然不希望受任何特定理论的约束,但是第一温度和第二温度可以根据预浸料坯、芯或制品中存在的热塑性材料而改变。在某些情况下,选择EG材料使得在蓬松温度为约20摄氏度或高于热塑性材料的熔点之前基本上不发生蓬松。在其它情况下,选择EG材料使得在蓬松温度为约40摄氏度或高于热塑性材料的熔点之前基本上不发生蓬松。在其它情况下,选择EG材料(和/或蓬松条件)使得在蓬松温度为约60摄氏度或高于热塑性材料的熔点之前基本上不发生蓬松。在一些情况下,选择EG材料使得在蓬松温度为约80摄氏度或高于热塑性材料的熔点之前基本上不发生蓬松。

[0062] 在一些情况下,本文描述的预浸料坯、芯和制品是包含开孔结构,例如空隙的多孔或渗透性材料。此类开孔结构的存在使得预浸料坯、芯和制品更难以阻燃,因为多孔结构内截留的空气将支持可燃性和/或使组分更难以自熄。通过将EG材料与热塑性材料和纤维结合使用,预浸料坯、芯和制品可以阻燃和/或自熄。例如,可以生产一种制品,其包括含多种增强纤维、热塑性材料和有效量的可膨胀石墨颗粒的多孔芯层以满足日期为1991年的联邦机动车辆安全标准302(FMVSS 302)易燃性测试,该测试通常与日期为1989年的ISO 3795和日期为2004年的ASTM D5132等效。若需要,可以使EG材料均匀分散在多孔芯层的空隙空间。若需要,也可以将其它材料的表皮置于多孔芯层上。

[0063] 在某些构造中,可以生产包含一种或多种热塑性材料和多种纤维,一起具有开孔结构例如空隙空间的多孔预浸料坯。在一些构造中,可按可膨胀石墨材料通常不与热塑性材料和/或纤维共价键合的方式,将可膨胀石墨材料装入空隙空间内。例如,可以选择热塑性材料和/或纤维,使其通常为惰性或不与可膨胀石墨材料反应。尽管可膨胀石墨材料可能不与热塑性材料和/或纤维共价键合,但是通常共价键合存在于可膨胀石墨材料本身中或其内部。在其它情况下,可能期望使可膨胀石墨材料与热塑性材料、纤维或两者共价键合以在预浸料坯中提供一些共价键合的可膨胀石墨材料。即使存在键合的可膨胀石墨材料,预期地可膨胀石墨材料仍然可以增加其在合适条件下,例如辐射加热下的占用体积以容许预浸料坯蓬松。在一些情况下,在预浸料坯中也可以存在共价键合的可膨胀石墨材料和非共价键合的可膨胀石墨材料两种。虽然预浸料坯的一些构造可包含可膨胀石墨材料,其中约100%的可膨胀石墨材料是非共价键合的,但是在可膨胀石墨材料和预浸料坯的其它组分之间可产生弱相互作用如范德华相互作用或静电相互作用。

[0064] 在某些实例中并且参考图1A,显示预浸料坯100包含热塑性材料和多种纤维。预浸料坯100还包含分散在预浸料坯100中的可膨胀石墨材料(为了说明的目的显示为点105)。在一些情况下,从预浸料坯100的第一表面102到第二表面104,可膨胀石墨材料分散是基本上均匀或基本上均一的。如本文更详细描述的那样,为实现可膨胀石墨材料在预浸料坯100中这样基本上均匀的分布,可以将预浸料坯100的组分混合在一起形成分散体。可以进行混

合,直至分散体包含可膨胀石墨材料、热塑性材料和纤维在分散体中基本上均匀或基本上均一的混合物。然后可如本文所述,例如通过使用合适的铺设方法将分散体置于金属丝网筛上,形成预浸料坯100。在其它构造,可期望提供可膨胀石墨材料从表面102到表面104的梯度分布,使得朝表面102、104中的一个存在比另一表面更多的可膨胀石墨材料。在一些实施方案中,在预浸料坯100中存在基本上均一分布的可膨胀石墨材料,然后向预浸料坯100的一侧添加附加可膨胀石墨材料以提供梯度分布。此类附加可膨胀石墨材料可以,例如通过喷洒或涂布包含可膨胀石墨材料的溶液直接添加到预浸料坯100中,或者可以通过使表皮、附加预浸料坯或包含可膨胀石墨材料的其它组分与预浸料坯100联接添加。例如并且参考图2A,示出了第一预浸料坯210和置于第一预浸料坯210上的第二预浸料坯220。第一预浸料坯210和第二预浸料坯220各自包含基本上均一分布的可膨胀石墨材料,但预浸料坯210、220中可膨胀石墨材料的量不同。然而,若需要,预浸料坯210、220仅其中一个可包含可膨胀石墨材料而另一个预浸料坯不包含蓬松剂或者可包含除可膨胀石墨材料以外的蓬松剂,例如微球。微球可以与可膨胀石墨材料组合存在或者可存在于预浸料坯210、220中无任何可膨胀石墨材料的一个中。预浸料坯210、220的热塑性材料可经熔融以提供单个预浸料坯250(图2B)。预浸料坯210、220熔融在一起的结果是可膨胀石墨材料在预浸料坯250中梯度分布,与邻近表面254存在的量相比,邻近表面252的可膨胀石墨材料的量增加。预浸料坯250的精确总厚度可根据所用条件变化并且在图2B中无意暗示任何特定厚度。

[0065] 在其它构造中,可膨胀石墨材料在预浸料坯中的分布可以通过使表皮或包含可膨胀石墨材料的其它材料与预浸料坯联接提供。参考图2C,包含可膨胀石墨材料的表皮270被显示为置于包含热塑性材料、增强纤维和可膨胀石墨材料的预浸料坯260上。虽然不需要,但表皮270通常以比预浸料坯260蓬松前厚度小得多的厚度存在。通常在表皮270和界面260之间存在明显界面,而两个预浸料坯的相互联接,正如连同图2B所述,通常在最终联接的预浸料坯250中不会产生任何明显界面。在其它情况下,表皮270可熔融到预浸料坯260中以联接表皮270和预浸料坯260,以留下联接的表皮/预浸料坯复合材料,无任何显著界面。若需要并且如下面更详细地描述,可能包含或可能不包含可膨胀石墨材料的附加表皮,也可以与相对侧上来自表面270的预浸料坯联接。

[0066] 在某些构造中,预浸料坯的热塑性材料可呈纤维形式、颗粒形式、树脂形式或其它合适的形式存在。在一些情况下,预浸料坯中所用的热塑性材料可呈颗粒形式存在并且平均粒度与可膨胀石墨材料的平均粒度基本上相同。虽然不希望受任何特定科学理论约束,但通过匹配热塑性材料和可膨胀石墨材料的粒度,可以实现对预浸料坯的强化加工,包括例如,可膨胀石墨材料在预浸料坯中的保持力增加。在一些情况下,可膨胀石墨材料的平均粒度和热塑性材料的平均粒度可以变化约5%至约10%并且仍然可以实现强化加工。在某些构造中,预浸料坯中热塑性材料和可膨胀石墨材料各自的平均粒度可相差约50微米至约90微米。在一些构造中,可膨胀石墨的平均粒度为热塑性材料颗粒平均粒度的至少50%以提供强化加工。在其它情况下,平均粒度与热塑性材料的平均粒度大致相同的可膨胀石墨材料可以连同平均粒度与热塑性材料的平均粒度不同的可膨胀石墨材料一起存在。虽然可膨胀石墨材料的平均粒度可以不同,但可膨胀石墨材料的化学组成可相同或者可不同。还有其它构造中,可以存在两种或更多种具有不同平均粒度的热塑性材料。若需要,可存在两种平均粒度与热塑性材料的平均粒度基本上相同的可膨胀石墨材料。所述两种可膨胀石墨

材料可以是化学性质相同的或者可以是化学性质不同的。类似地,热塑性材料可以是化学性质相同的(但具有不同平均粒度)或者可以是化学性质不同的。

[0067] 在某些实施方案中,预浸料坯100通常包含大量开孔结构,使得在预浸料坯中存在空隙空间。例如,芯层可包含0-30%、10-40%、20-50%、30-60%、40-70%、50-80%、60-90%、0-40%、0-50%、0-60%、0-70%、0-80%、0-90%、10-50%、10-60%、10-70%、10-80%、10-90%、10-95%、20-60%、20-70%、20-80%、20-90%、20-95%、30-70%、30-80%、30-90%、30-95%、40-80%、40-90%、40-95%、50-90%、50-95%、60-95%、70-80%、70-90%、70-95%、80-90%、80-95%或在这些示例性范围内的任意说明性值的空隙含量或孔隙率。在一些情况下,预浸料坯包含高于0%,例如但不完全固定,高达约95%的孔隙率或空隙含量。除非另有说明,否则提到包含某一空隙含量或孔隙率的预浸料坯是基于预浸料坯的总体积而不一定是预浸料坯加上与预浸料坯联接的任何其它材料或层的总体积。

[0068] 在某些实施方案中,预浸料坯中存在的高孔隙率容许在预浸料坯的孔隙中截留可膨胀石墨材料。例如,可膨胀石墨材料可以按非共价键合方式留在空隙空间中。施加热量或其它扰动可以起到增加非共价键合的可膨胀石墨材料的体积的作用,这转而增加预浸料坯的厚度,例如当可膨胀石墨材料的尺寸增加和/或额外的空气被截留在预浸料坯中时厚度增加。例如,可膨胀石墨材料可以起蓬松剂的作用,使得施加合适的刺激,例如辐射加热,起到增加预浸料坯总厚度的作用。在一些情况下,预浸料坯中的可膨胀石墨材料有效地起逐步蓬松剂的作用。如本文中所用,逐步蓬松剂是指厚度随温度增加,然后达到平稳状态,再随着温度增加而再次增加的蓬松剂。参考图1B中的说明,示出了两条假设蓬松曲线,一条曲线150表示线性蓬松剂如微球,而另一条曲线160表示逐步蓬松剂如可膨胀石墨材料。线性蓬松剂的体积通常作为增加的温度的函数线性增加。斜率往往很陡峭,因为许多蓬松剂,如微球蓬松剂,以二元方式起作用并且在某一温度下由不蓬松变得完全蓬松。相反,逐步蓬松剂的体积通常作为增加的温度的函数逐步增加。体积的逐步增加提供了对预浸料坯总厚度增强的控制并降低了过度蓬松的可能性。使用包含可膨胀石墨材料的预浸料的所需厚度可以通过选择合适的加工温度实现。如果厚度不足,在许多情况下,则可以施加更高的温度以使总厚度增加至所需厚度。

[0069] 在某些实施方案中,本文描述的预浸料坯的热塑性材料可至少部分包含以下的一种或多种:聚乙烯、聚丙烯、聚苯乙烯、丙烯腈苯乙烯、丁二烯、聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚对苯二甲酸丁二醇酯、聚四氯酸丁二醇酯和聚氯乙烯(增塑和未增塑的)及这些材料相互之间或与其它聚合物材料的掺合物。其它合适的热塑性材料包括但不限于聚芳醚、聚碳酸酯、聚酯碳酸酯、热塑性聚酯、聚酰亚胺、聚醚酰亚胺、聚酰胺、丙烯腈-丙烯酸丁酯-苯乙烯聚合物、无定形尼龙、聚芳醚酮、聚苯硫醚、聚芳基砜、聚醚砜、液晶聚合物、商业上称为**PARMAX®**的聚(1,4亚苯基)化合物、高热聚碳酸酯如Bayer的**APEC®PC**、高温尼龙和硅酮,以及这些材料相互之间或与其它聚合物材料的合金和掺合物。用于形成预浸料坯的热塑性材料可呈粉末形式、树脂形式、松香形式、纤维形式或其它合适的形式使用。各种形式的说明性热塑性材料在本文有描述并且,例如在美国公开第20130244528和US20120065283号中也有描述。预浸料坯中存在的热塑性材料精确的量可以不同并且说明性量的范围可从约20重量%至约80重量%。

[0070] 在某些实例中,本文描述的预浸料坯的纤维可包括玻璃纤维、碳纤维、石墨纤维、

合成有机纤维,特别是高模量有机纤维,例如对位和间位芳族聚酰胺纤维、尼龙纤维、聚酯纤维或本文描述的适于用作纤维的任何高熔体流动指数树脂、天然纤维(如大麻、剑麻、黄麻、亚麻、椰壳纤维、洋麻和纤维素纤维)、矿物纤维(如玄武岩)、矿物棉(例如,岩石或渣棉)、硅灰石、硅铝等或其混合物、金属纤维、金属化天然和/或合成纤维、陶瓷纤维、纱线纤维或其混合物。在一些实施方案中,前面提到的任何纤维在使用之前均可经化学处理以提供所需官能团或赋予纤维其它物理性质,例如可经化学处理使其可以与热塑性材料、可膨胀石墨材料或两者反应。在一些情况下,预浸料坯中使用的纤维首先可与可膨胀石墨材料反应以提供衍生化纤维,然后将其与热塑性材料混合。可选地,可膨胀石墨材料可与预浸料坯的热塑性材料反应以提供衍生化热塑性材料,然后将其与纤维混合。预浸料坯中的纤维含量可为预浸料坯的约20重量%至约90重量%,更具体地为预浸料坯的约30重量%至约70重量%。通常,包含预浸料坯的复合材料制品的纤维含量在复合材料的约20重量%至约90重量%之间,更具体地约30重量%至约80重量%之间,例如约40重量%至约70重量%之间变化。所用纤维的特定尺寸和/或取向可至少部分取决于所用聚合物材料和/或所得预浸料坯的所需性质。其它合适的纤维类型、纤维尺寸和量将易于由本领域的普通技术人员,鉴于本公开的益处进行选择。在一个非限制性说明中,分散在热塑性材料和可膨胀石墨材料中以提供预浸料坯的纤维通常直径大于约5微米,更具体地为约5微米至约22微米,且长度为约5mm至约200mm;更具体地,纤维直径可为约几微米至约22微米且纤维长度可为约5mm至约75mm。

[0071] 在某些实例中,本文描述的预浸料坯的可膨胀石墨材料包含通常存在于堆叠分子层的一种或多种基于石墨烯的材料。虽然不希望受任何特定理论约束,但是除提供蓬松力外,可膨胀石墨材料还提供了一定程度的阻燃性。在一些实施方案中,在预浸料坯中存在足够的可膨胀石墨材料,例如存在阻燃量的可膨胀石墨材料,使得预浸料坯满足日期为1991年的联邦机动车辆安全标准302(FMVSS 302)易燃性测试,该测试通常与日期为1989年的ISO 3795和日期为2004年的ASTM D5132等效。此类阻燃量可容许构造基本上不含外部阻燃剂的预浸料坯。

[0072] 预浸料坯中使用的可膨胀石墨材料的精确类型可取决于许多因素,包括例如所需蓬松温度、所需阻燃性。说明性的市售可膨胀石墨材料可从Nyacol Nano Technologies, Inc. (Ashland, MA) 获得并且包括,例如35、200、249、250、251、KP251和351级可膨胀石墨材料。另外的可膨胀石墨材料可从Graftech International (Lakewood, OH) 商购。虽然不希望受任何特定理论的约束,但可膨胀石墨材料通常可通过酸化石墨矿石生成。酸化导致插层过程,例如其中硫酸充当插层剂。然后可以中和溶液以提供一系列六边形碳碳键合材料的薄板层。层通常是平坦的并且与另外的六边形碳-碳层反应以提供分层薄板结构。分层薄板结构可以通过薄板之间的共价键合或静电相互作用(或两者)保持在一起。加热本文描述的热塑性预浸料坯和芯中的可膨胀石墨材料可导致层间间隔增大并且引起预浸料坯的厚度增加。若需要,可以使用合适的氧化剂氧化可膨胀石墨材料以形成氧化石墨烯。如本文所指出的,可膨胀石墨材料可以呈许多形式存在,包括薄片形式、颗粒形式或其它形式。在一些情况下,可膨胀石墨材料呈颗粒形式存在并且可包含例如至少300微米的平均粒度。

[0073] 在一些构造中,预浸料坯可以是基本上不含卤素或不含卤素的预浸料坯以满足某些应用对有害物质要求的限制。在其它情况下,预浸料坯可包含卤化阻燃剂,例如包含F、

Cl、Br、I和At中的一种或多种的卤化阻燃剂或包括此类卤素的化合物,例如四溴双酚A聚碳酸酯或一卤代、二卤代、三卤代或四卤代聚碳酸酯。在一些情况下,预浸料坯和芯中使用的热塑性材料可包含一种或多种卤素以赋予一定阻燃性,无需添加另一阻燃剂。存在卤化阻燃剂时,理想地该阻燃剂以阻燃量存在,阻燃量可根据存在的其它组分变化。例如,卤化阻燃剂可按约0.1重量%至约15重量%(按预浸料坯的重量计),更具体地约1重量%至约13重量%,例如约5重量%至约13重量%存在。若需要,可向预浸料坯中添加两种不同的卤化阻燃剂。在其它情况下,可以添加非卤化阻燃剂例如包含N、P、As、Sb、Bi、S、Se和Te中的一种或多种的阻燃剂。在一些实施方案中,非卤化阻燃剂可包含含磷材料,所以预浸料坯可以更加环境友好。存在非卤化或基本上不含卤素的阻燃剂时,理想地该阻燃剂以阻燃量存在,阻燃量可根据存在的其它组分变化。例如,基本上不含卤素的卤化阻燃剂可按约0.1重量%至约15重量%(按预浸料坯的重量计),更具体地按预浸料坯的重量计,按约1重量%至约13重量%,例如约5重量%至约13重量%存在。若需要,可向预浸料坯中添加两种不同的基本上不含卤素的阻燃剂。在某些情况下,本文描述的预浸料坯可包含一种或多种卤化阻燃剂结合一种或多种基本上不含卤素的阻燃剂。存在两种不同的阻燃剂时,理想地两种阻燃剂的组合以阻燃量存在,阻燃量可根据存在的其它组分变化。例如,存在的阻燃剂的总重量可为约0.1重量%至约20重量%(按预浸料坯的重量计),更具体地按预浸料坯的重量计,为约1重量%至约15重量%,例如约2重量%至约14重量%存在。本文描述的预浸料坯中使用的阻燃剂可以添加到包含可膨胀石墨材料、热塑性材料和纤维中(将混合物置于金属丝网筛或其它加工组件上之前)或者可以在预浸料坯形成之后添加。

[0074] 在某些构造中,本文描述的制品可包含多孔芯。在某些实例中,多孔芯包含一种或多种热塑性材料和多种纤维,其可以通过网或网状结构中的固化热塑性材料保持在适当的位置,以在芯内提供多个开孔、空隙空间或网。在一些情况下,可膨胀石墨材料可按可膨胀石墨材料通常不与热塑性材料和/或纤维共价键合的方式存在于芯的空隙空间内。例如,可以选择热塑性材料和/或纤维,使其通常为惰性或不与可膨胀石墨材料反应。尽管可膨胀石墨材料可能不与热塑性材料和/或纤维共价键合,但是通常共价键合存在于可膨胀石墨材料本身中或其内部,例如可膨胀石墨材料层可通过一种或多种插层剂相互缔合。在其它情况下,可能期望使可膨胀石墨材料与热塑性材料、纤维或两者共价键合以在芯中提供一些共价键合的可膨胀石墨材料。即使芯中存在键合的可膨胀石墨材料,预期地可膨胀石墨材料仍然可以增加其在合适条件下,例如辐射加热下的占用体积以容许芯的蓬松。在一些情况下,在芯中也可以存在共价键合的可膨胀石墨材料和非共价键合的可膨胀石墨材料两种。虽然芯的一些构造可包含可膨胀石墨材料,其中约100%的可膨胀石墨材料是非共价键合的,但是在可膨胀石墨材料和芯的其它组分之间可产生弱相互作用如范德华相互作用或静电相互作用,例如,在芯中存在的各种组分之间可产生电荷-电荷相互作用或疏水相互作用。

[0075] 在某些构造中,可以产生类似于图1预浸料坯的芯。芯包含分散在整个芯中的可膨胀石墨材料。在一些情况下,从芯的第一表面到第二表面,可膨胀石墨材料分散可以是基本上均匀或基本上均一的。如本文更详细描述的那样,为实现可膨胀石墨材料在芯中这样基本上均匀的分布,可以将芯的组分混合在一起形成分散体。可以进行混合,直至分散体包含可膨胀石墨材料、热塑性材料和纤维在分散体中基本上均匀或基本上均一的混合物。然后

可如本文所述,例如通过使用合适的铺设方法将分散体置于金属丝网筛上形成芯,接着使芯的热塑性材料固化。在其它构造中,可能期望从芯的一个表面到芯的另一表面提供可膨胀石墨材料的梯度分布。在一些构造中,在芯中存在基本上均一分布的可膨胀石墨材料,然后向芯的一侧添加附加可膨胀石墨材料以提供梯度分布。此类附加可膨胀石墨材料可以,例如通过喷洒或涂布包含可膨胀石墨材料的溶液直接添加到芯中,或者可以通过使表皮、附加预浸料坯或芯或包含可膨胀石墨材料的其它组分与芯联接添加。例如,第一芯和置于第一芯上的第二芯可提供复合材料制品。每个芯可包含基本上均一分布的可膨胀石墨材料,但是两个芯中可膨胀石墨材料的量和/或类型可以不同,例如,装载速率可以不同或者材料本身可以不同。然而,若需要,仅其中一个芯可包含可膨胀石墨材料而另一个芯不包含蓬松剂或者可包含除可膨胀石墨材料以外的蓬松剂,例如微球。微球可以与可膨胀石墨材料组合存在或者可存在于无任何可膨胀石墨材料的一个芯。芯的热塑性材料可经熔融以提供包括来自两个芯的材料的单个组合式芯。芯熔融的结果是具有可膨胀石墨材料梯度分布的复合芯。在其它构造中,可膨胀石墨材料在芯中的分布可以通过使表皮或包含可膨胀石墨材料的其它材料与芯联接提供。在其它情况下,可将表皮熔融到芯中以联接表皮和芯,以留下联接的表皮/复合材料,无任何显著界面。若需要并且如下面更详细地描述,可能包含或可能不包含可膨胀石墨材料的附加表皮,也可以与相对侧上来自第一表面的芯联接。

[0076] 在某些构造中,芯的热塑性材料可用于提供呈纤维形式、颗粒形式、树脂形式或其它合适的形式的芯。在一些实例中,芯中所用的热塑性材料可呈颗粒形式存在并且平均粒度与可膨胀石墨材料的平均粒度基本上相同。通过匹配热塑性材料和可膨胀石墨材料的粒度,可实现芯的强化加工,包括例如芯中可膨胀石墨材料的保持力加强,储备蓬松能力增加。在一些情况下,可膨胀石墨材料的平均粒度和热塑性材料的平均粒度可以变化约5%至约10%并且仍然可以实现强化加工。在某些构造中,芯中热塑性材料和可膨胀石墨材料各自的平均粒度范围可为约50微米至约900微米。在其它情况下,平均粒度与热塑性材料的平均粒度大致相同的可膨胀石墨材料可以连同平均粒度与热塑性材料的平均粒度不同的可膨胀石墨材料一起存在。虽然可膨胀石墨材料的平均粒度可以不同,但可膨胀石墨材料的化学组成可相同或者可不同。还有其它构造中,可以存在两种或更多种具有不同平均粒度的热塑性材料。若需要,芯中可存在两种平均粒度与两种热塑性材料的平均粒度基本上相同的可膨胀石墨材料。所述两种可膨胀石墨材料可以是化学性质相同的或者可以是化学性质不同的。类似地,热塑性材料可以是化学性质相同的(但具有不同平均粒度)或者可以是化学性质不同的。

[0077] 在某些实施方案中,芯通常包含大量开孔结构,使得在芯中存在空隙空间。例如,芯层可包含0-30%、10-40%、20-50%、30-60%、40-70%、50-80%、60-90%、0-40%、0-50%、0-60%、0-70%、0-80%、0-90%、5-30%、5-40%、5-50%、5-60%、5-70%、5-80%、5-90%、5-95%、10-50%、10-60%、10-70%、10-80%、10-90%、10-95%、20-60%、20-70%、20-80%、20-90%、20-95%、30-70%、30-80%、30-90%、30-95%、40-80%、40-90%、40-95%、50-90%、50-95%、60-95%、70-80%、70-90%、70-95%、80-90%、80-95%或在这些示例性范围内的任意说明性值的空隙含量或孔隙率。在一些情况下,芯包含高于0%,例如但不完全固定,高达约95%的孔隙率或空隙含量。除非另有说明,否则提到包含某一空隙含量或孔隙率的芯是基于芯的总体积而不一定是芯加上与芯联接的任何其它材料或层的总

体积。与预浸料坯相比,芯的孔隙率可以是相同的或者可以是不同的。例如,在许多情况下,通过使预浸料坯通过一组辊子或通过按压预浸料坯的一个表面使预浸料坯形成为芯。在此类情况下,芯的孔隙率可不同于预浸料坯的孔隙率,例如,可以更低。在一些情况下,有意将芯的孔隙率选择为低于同等预浸料坯向最终成型的制品或产品提供增加的芯蓬松度。

[0078] 在某些实施方案中,芯中存在的高孔隙率容许在芯的孔隙中截留可膨胀石墨材料。例如,可膨胀石墨材料可以按非共价键合方式留在空隙空间中。施加热量或其它扰动可以起到增加非共价键合的可膨胀石墨材料的体积的作用,这转而增加芯的厚度,例如当可膨胀石墨材料的尺寸增加,石墨材料分子层间的间隔距离增加和/或额外的空气被截留在芯中时厚度增加。例如,可膨胀石墨材料可以起蓬松剂的作用,使得施加合适的刺激,例如辐射加热,起到增加芯总厚度的作用。如本文所指出的,此类刺激可以通过增加可膨胀石墨材料层间的间隔距离和/或通过空气截留在蓬松后的芯结构中来增加芯厚度。在一些情况下,正如连同图1B所注意到的及在本文的预浸料坯描述中,芯中的可膨胀石墨材料有效地起逐步蓬松剂的作用。如所附的实施例所示,包含可膨胀石墨材料的芯可以提供增强的蓬松能力,这是因为芯通常对较低的对流加热温度不敏感(与微球相比)。例如,包含可膨胀石墨材料的预浸料坯可加工成可膨胀石墨材料无显著膨胀的芯。储备蓬松能力容许最终使用者将芯进一步加工以提供所需厚度和/或构造的制品或组件。相反,加工成芯的包含微球的预浸料坯通常在加工成芯期间经受一定膨胀(及微球的潜在塌陷)。这种膨胀减少了可用的剩余膨胀并且可能限制在最终成型制品中可达到的总厚度。

[0079] 在某些实施方案中,本文描述的芯的热塑性材料可至少部分包含以下的一种或多种:聚乙烯、聚丙烯、聚苯乙烯、丙烯腈苯乙烯、丁二烯、聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚对苯二甲酸丁二醇酯、聚四氯酸丁二醇酯和聚氯乙烯(增塑和未增塑的)及这些材料相互之间或与其它聚合物材料的掺合物。其它合适的热塑性材料包括但不限于聚芳醚、聚碳酸酯、聚酯碳酸酯、热塑性聚酯、聚酰亚胺、聚醚酰亚胺、聚酰胺、丙烯腈-丙烯酸丁酯-苯乙烯聚合物、无定形尼龙、聚芳醚酮、聚苯硫醚、聚芳基砜、聚醚砜、液晶聚合物、商业上称为**PARMAX®**的聚(1,4亚苯基)化合物、高热聚碳酸酯如Bayer的**APEC®PC**、高温尼龙和硅酮,以及这些材料相互之间或与其它聚合物材料的合金和掺合物。用于形成芯的热塑性材料可呈粉末形式、树脂形式、松香形式、纤维形式或其它合适的形式使用。各种形式的说明性热塑性材料在本文有描述并且,例如在美国公开第20130244528和US20120065283号中也有描述。芯中存在的热塑性材料精确的量可以不同并且说明性量的范围可从约20重量%至约80重量%。

[0080] 在某些实例中,本文描述的芯的纤维可包括玻璃纤维、碳纤维、石墨纤维、合成有机纤维,特别是高模量有机纤维,例如对位和间位芳族聚酰胺纤维、尼龙纤维、聚酯纤维或本文描述的适于用作纤维的任何高熔体流动指数树脂、天然纤维(如大麻、剑麻、黄麻、亚麻、椰壳纤维、洋麻和纤维素纤维)、矿物纤维(如玄武岩)、矿物棉(例如,岩石或渣棉)、硅灰石、硅铝等或其混合物、金属纤维、金属化天然和/或合成纤维、陶瓷纤维、纱线纤维或其混合物。在一些实施方案中,前面提到的任何纤维在使用之前均可经化学处理以提供所需官能团或赋予纤维其它物理性质,例如可经化学处理使其可以与热塑性材料、可膨胀石墨材料或两者反应。在一些情况下,芯中使用的纤维首先可与可膨胀石墨材料反应以提供衍生化纤维,然后将其与热塑性材料混合。可选地,可膨胀石墨材料可与芯的热塑性材料反应以提供衍生化热塑性材料,然后将其与纤维混合。芯中的纤维含量可为芯的约20重量%至约

90重量%,更具体地为芯的约30重量%至约70重量%。所用纤维的特定尺寸和/或取向可至少部分取决于所用聚合物材料和/或所得芯的所需性质。其它合适的纤维类型、纤维尺寸和量将易于由本领域的普通技术人员,鉴于本公开的益处进行选择。在一个非限制性说明中,分散在热塑性材料和可膨胀石墨材料中以提供芯的纤维通常直径大于约5微米,更具体地为约5微米至约22微米,且长度为约5mm至约200mm;更具体地,纤维直径可为约几微米至约22微米且纤维长度可为约5mm至约75mm。

[0081] 在某些实例中,本文描述的芯的可膨胀石墨材料包含一种或多种基于石墨烯的材料。除了提供蓬松能力外,可膨胀石墨材料也可作为芯和/或包括芯的任何制品提供一定程度的阻燃性。在一些实施方案中,在芯中存在足够的可膨胀石墨材料,例如存在阻燃量的可膨胀石墨材料,使得芯满足日期为1991年的联邦机动车辆安全标准302(FMVSS 302)易燃性测试,该测试通常与日期为1989年的ISO 3795和日期为2004年的ASTM D5132等效。此类阻燃量可容许构造基本上不含外部或添加的阻燃剂的芯。可膨胀石墨材料的尺寸可以选择,使得在加工期间保持阻燃量的可膨胀石墨材料以形成芯。例如,微球用作蓬松剂时,常常在加工期间去除大量,例如30%或更多的微球,以形成芯。这样去除降低了潜在蓬松能力。使用适当尺寸的可膨胀石墨材料,例如平均粒度为约300微米或更高的可膨胀石墨材料时,可实现芯中可膨胀石墨材料的保持力加强。芯中使用的可膨胀石墨材料的精确类型可取决于许多因素,包括例如所需蓬松温度、所需阻燃性程度、所需基重和其它因素。可存在于芯中的说明性的市售可膨胀石墨材料可从Nyacol Nano Technologies, Inc. (Ashland, MA) 购买获得并且包括,例如35、200、249、250、251、KP251和351级可膨胀石墨材料。另外的可膨胀石墨材料可从Graftech International (Lakewood, OH) 商购。芯中存在的可膨胀石墨材料通常作为堆叠分子层存在。加热本文描述的热塑性芯中的可膨胀石墨材料可导致层间间隔增大并且引起芯的厚度增加。可膨胀石墨材料可以呈许多形式存在,包括薄片形式、颗粒形式或其它形式。在一些情况下,芯中的可膨胀石墨材料呈薄片或颗粒形式存在并可包含例如至少300微米的平均粒度,或者可包含与芯中的热塑性材料的平均粒度基本上相似的平均粒度。

[0082] 在一些情况下,芯可以是基本上不含卤素或不含卤素的芯以满足某些应用对有害物质要求的限制。在其它情况下,芯可包含卤化阻燃剂,例如包含F、Cl、Br、I和At中的一种或多种的卤化阻燃剂或包括此类卤素的化合物,例如四溴双酚A聚碳酸酯或一卤代、二卤代、三卤代或四卤代聚碳酸酯。在一些情况下,芯中使用的热塑性材料可包含一种或多种卤素以赋予一定阻燃性,无需添加另一阻燃剂。存在卤化阻燃剂时,理想地该阻燃剂以阻燃量存在,阻燃量可根据存在的其它组分变化。例如,卤化阻燃剂可按约0.1重量%至约15重量%(按芯的重量计),更具体地约1重量%至约13重量%,例如约5重量%至约13重量%存在。若需要,可向芯中添加两种不同的卤化阻燃剂。在其它情况下,可以添加非卤化阻燃剂例如包含N、P、As、Sb、Bi、S、Se和Te中的一种或多种的阻燃剂。在一些实施方案中,非卤化阻燃剂可包含含磷材料,所以芯可以更加环境友好。存在非卤化或基本上不含卤素的阻燃剂时,理想地该阻燃剂以阻燃量存在,阻燃量可根据存在的其它组分变化。例如,基本上不含卤素的卤化阻燃剂可按约0.1重量%至约15重量%(按芯的重量计),更具体地按芯的重量计,按约1重量%至约13重量%,例如约5重量%至约13重量%存在。若需要,可向芯中添加两种不同的基本上不含卤素的阻燃剂。在某些情况下,本文描述的芯可包含一种或多种卤

化阻燃剂结合一种或多种基本上不含卤素的阻燃剂。存在两种不同的阻燃剂时,理想地两种阻燃剂的组合以阻燃量存在,阻燃量可根据存在的其它组分变化。例如,存在的阻燃剂的总重量可为约0.1重量%至约20重量%(按芯的重量计),更具体地按芯的重量计,为约1重量%至约15重量%,例如约2重量%至约14重量%存在。本文描述的预浸料坯中使用的阻燃剂可以添加到包含可膨胀石墨材料、热塑性材料和纤维中(将混合物置于金属丝网筛或其它加工组件上之前)或者可以在芯固化之后添加,例如,通过将芯浸入阻燃剂中或将阻燃剂喷洒在芯上。

[0083] 在某些实施方案中,本文描述的预浸料坯或芯可包括一张或多张置于预浸料坯表面的表皮以提供制品。参考图3,制品300包括预浸料坯或芯310,其包含热塑性材料、多种纤维和置于预浸料坯或芯的空隙空间内的可膨胀石墨材料。制品300包括置于预浸料坯或芯310上的第一表皮320。表皮320可以包括例如薄膜(例如,热塑性薄膜或弹性薄膜)、无机玻璃钢(frim)、稀松布(例如,基于纤维的稀松布)、箔、织造物、非织造物或作为置于预浸料坯料或芯310上的无机涂层、有机涂层或热固性涂层存在。在其它情况下,正如按照日期为1996年的ISO 4589所测量的,表皮320可包含高于22的极限氧指数。热塑性薄膜作为表皮320(或作为其一部分)存在时,热塑性薄膜可包含以下的至少一种:聚(醚酰亚胺)、聚(醚酮)、聚(醚-醚酮)、聚(苯硫醚)、聚(芳基砜)、聚(醚砜)、聚(酰胺-酰亚胺)、聚(1,4亚苯基)、聚碳酸酯、尼龙和硅酮。基于纤维的稀松布作为表皮320(或作为其一部分)存在时,基于纤维的稀松布可包含玻璃纤维、芳族聚酰胺纤维、石墨纤维、碳纤维、无机矿物纤维、金属纤维、金属化合成纤维和金属化无机纤维中的至少一种。热固性涂层作为表皮320(或作为其一部分)存在时,该涂层可包含不饱和聚氨酯、乙烯基酯、酚醛树脂和环氧树脂中的至少一种。无机涂层作为表皮320(或作为其一部分)存在时,该无机涂层可包含含有选自Ca、Mg、Ba、Si、Zn、Ti和Al的阳离子的矿物质或可包含石膏、碳酸钙和灰浆中的至少一种。非织造物作为表皮320(或作为其一部分)存在时,非织造物可包含热塑性材料、热固性粘合剂、无机纤维、金属纤维、金属化无机纤维和金属化合成纤维。预浸料坯或芯310可包含本文连同预浸料坯和芯一起描述的任何材料,例如热塑性材料、增强纤维和分散在预浸料坯或芯310中的可膨胀石墨材料,例如,从预浸料坯或芯310的一个表面到另一个表面呈基本上均一的分布分散的可膨胀石墨材料。若需要,表皮320也可包含可膨胀石墨材料。

[0084] 在某些构造中,本文描述的预浸料坯和芯可用于提供在预浸料坯或芯的每一侧上包含表皮的制品。参考图4,示出了一种制品400,其包括预浸料坯或芯410、置于预浸料坯或芯410的第一表面上的第一表皮420及置于预浸料坯或芯410上的第二表皮430。预浸料坯或芯410可包含本文连同预浸料坯和芯一起描述的任何材料,例如热塑性材料、增强纤维和分散在预浸料坯或芯410中的可膨胀石墨材料,例如,从预浸料坯或芯410的一个表面到另一个表面呈基本上均一的分布分散的可膨胀石墨材料。第一表皮420和第二表皮430各自可以独立地选自薄膜(例如,热塑性薄膜或弹性薄膜)、无机玻璃钢、稀松布(例如,基于纤维的稀松布)、箔、织造物、非织造物或作为置于预浸料坯料或芯410上的无机涂层、有机涂层或热固性涂层存在。在其它情况下,正如按照日期为1996年的ISO 4589所测量的,表皮420或表皮430(或两者)可包含高于22的极限氧指数。热塑性薄膜作为表皮420或表皮430(或两者)(或作为其一部分)存在时,热塑性薄膜可包含以下的至少一种:聚(醚酰亚胺)、聚(醚酮)、聚(醚-醚酮)、聚(苯硫醚)、聚(芳基砜)、聚(醚砜)、聚(酰胺-酰亚胺)、聚(1,4亚苯基)、聚碳

酸酯、尼龙和硅酮。基于纤维的稀松布作为表皮420或表皮430(或两者)(或作为其一部分)存在时,基于纤维的稀松布可包含玻璃纤维、芳族聚酰胺纤维、石墨纤维、碳纤维、无机矿物纤维、金属纤维、金属化合成纤维和金属化无机纤维中的至少一种。热固性涂层作为表皮420或表皮430(或两者)(或作为其一部分)存在时,该涂层可包含不饱和聚氨酯、乙烯基酯、酚醛树脂和环氧树脂中的至少一种。无机涂层作为表皮420或表皮430(或两者)(或作为其一部分)存在时,该无机涂层可包含含有选自Ca、Mg、Ba、Si、Zn、Ti和Al的阳离子的矿物质或可包含石膏、碳酸钙和灰浆中的至少一种。非织造物作为表皮420或表皮430(或两者)(或作为其一部分)存在时,非织造物可包含热塑性材料、热固性粘合剂、无机纤维、金属纤维、金属化无机纤维和金属化合成纤维。若需要,表皮420、430之一或两者也可包含可膨胀石墨材料。

[0085] 在某些情况下,制品可包括预浸料坯或芯、置于预浸料坯或芯上的至少一张表皮和置于表皮上的装饰或覆盖层。参考图5,示出了一种制品500,其包括预浸料坯或芯510、置于预浸料坯或芯510的第一表面上的表皮520及置于二表皮520上的装饰层530。预浸料坯或芯510可包含本文连同预浸料坯和芯一起描述的任何材料,例如热塑性材料、增强纤维和分散在预浸料坯或芯510中的可膨胀石墨材料,例如,从预浸料坯或芯510的一个表面到另一个表面呈基本上均一的分布分散的可膨胀石墨材料。表皮520可以包括例如薄膜(例如,热塑性薄膜或弹性薄膜)、无机玻璃钢(frim)、稀松布(例如,基于纤维的稀松布)、箔、织造物、非织造物或作为置于预浸料坯料或芯510上的无机涂层、有机涂层或热固性涂层存在。在其它情况下,正如按照日期为1996年的ISO 4589所测量的,表皮520可包含高于22的极限氧指数。存在热塑性薄膜时,热塑性薄膜可包含以下的至少一种:聚(醚酰亚胺)、聚(醚酮)、聚(醚-醚酮)、聚(苯硫醚)、聚(芳基砜)、聚(醚砜)、聚(酰胺-酰亚胺)、聚(1,4亚苯基)、聚碳酸酯、尼龙和硅酮。存在基于纤维的稀松布时,基于纤维的稀松布可包含玻璃纤维、芳族聚酰胺纤维、石墨纤维、碳纤维、无机矿物纤维、金属纤维、金属化合成纤维和金属化无机纤维中的至少一种。存在热固性涂层时,该涂层可包含不饱和聚氨酯、乙烯基酯、酚醛树脂和环氧树脂中的至少一种。存在无机涂层时,该无机涂层可包含含有选自Ca、Mg、Ba、Si、Zn、Ti和Al的阳离子的矿物质或可包含石膏、碳酸钙和灰浆中的至少一种。存在非织造物,非织造物可包含热塑性材料、热固性粘合剂、无机纤维、金属纤维、金属化无机纤维和金属化合成纤维。装饰层530可例如由聚氯乙烯、聚烯烃、热塑性聚酯、热塑性弹性体等热塑性薄膜形成。装饰层530也可以是包括由例如聚丙烯、聚乙烯、聚氯乙烯、聚氨酯等形成的泡沫芯的多层结构。织物可以键合到泡沫芯上,例如由天然和合成纤维制成的织造物,针刺法等制成的有机纤维非织造物、起绒织物、针织品、植绒织物或其它此类材料。织物也可以用热塑性胶粘剂键合到泡沫芯上,胶粘剂包括压敏胶粘剂和热熔胶粘剂,例如聚酰胺、改性聚烯烃、聚氨酯和聚烯烃。装饰层530也可以使用纺粘、热粘合、射流喷网、熔喷、湿法成网和/或干法成网工艺生产。

[0086] 在某些构造中,两个或多个预浸料坯或芯可通过插入层或中间层,例如表皮相互联接。参考图6,示出了包括通过中间层620联接的预浸料坯或芯610和预浸料坯或芯630的制品600。预浸料坯或芯610、630各自可相同或者可不同。在一些情况下,预浸料坯或芯610、630的热塑性材料和纤维相同,但预浸料坯或芯610、630中存在的可膨胀石墨材料载量或类型不同。在其它情况下,预浸料坯或芯610、630中可膨胀石墨材料的类型和/或量可相同并

且热塑性材料和/或纤维中的一种或两种可不同,例如可在化学性质上不同或者可按不同的量存在。在一些情况下,共价键合的可膨胀石墨材料可存在于预浸料坯或芯610、630之一或两者中。在其它情况下,非共价键合的可膨胀石墨材料可存在于预浸料坯或芯610、630之一或两者中。若需要,在芯610、630之一或两者中可存在一种或多种合适的阻燃剂,例如卤化或非卤化阻燃剂。虽然显示预浸料坯或芯610、630的厚度与图6中大致相同,但预浸料坯或芯610、630的厚度可以变化。在一些构造中,预浸料坯或芯610、630之一可包含除可膨胀石墨材料以外的蓬松剂,例如微球。微球可以与可膨胀石墨材料组合存在或者可存在于预浸料坯或芯610、630中无任何可膨胀石墨材料的一个中。中间层620可以采取本文所述表皮的形式。例如,中间层620可以包括例如薄膜(例如,热塑性薄膜或弹性薄膜)、无机玻璃钢、稀松布(例如,基于纤维的稀松布)、箔、织造物、非织造物或作为置于预浸料坯料或芯610上的无机涂层、有机涂层或热固性涂层存在。在其它情况下,正如按照日期为1996年的ISO 4589所测量的,所述层620可包含高于22的极限氧指数。存在热塑性薄膜时,热塑性薄膜可包含以下的至少一种:聚(醚酰亚胺)、聚(醚酮)、聚(醚-醚酮)、聚(苯硫醚)、聚(芳基砜)、聚(醚砜)、聚(酰胺-酰亚胺)、聚(1,4亚苯基)、聚碳酸酯、尼龙和硅酮。基于纤维的稀松布作为层620存在或存在于其中时,基于纤维的稀松布可包含玻璃纤维、芳族聚酰胺纤维、石墨纤维、碳纤维、无机矿物纤维、金属纤维、金属化合成纤维和金属化无机纤维中的至少一种。热固性涂层作为层620存在或存在于其中时,该涂层可包含不饱和聚氨酯、乙烯基酯、酚醛树脂和环氧树脂中的至少一种。无机涂层作为层620存在或存在于其中时,该无机涂层可包含含有选自Ca、Mg、Ba、Si、Zn、Ti和Al的阳离子的矿物质或可包含石膏、碳酸钙和灰浆中的至少一种。非织造物作为层620存在或存在于其中时,非织造物可包含热塑性材料、热固性粘合剂、无机纤维、金属纤维、金属化无机纤维和金属化合成纤维。虽然未示出,但装饰层可与预浸料坯或芯610、630中的任一个或(两者)联接。如本文所指出的,装饰层可例如由聚氯乙烯、聚烯烃、热塑性聚酯、热塑性弹性体等热塑性薄膜形成。装饰层也可以是包括由例如聚丙烯、聚乙烯、聚氯乙烯、聚氨酯等形成的泡沫芯的多层结构。织物可以键合到泡沫芯上,例如由天然和合成纤维制成的织造物,针刺法等制成的有机纤维非织造物、起绒织物、针织品、植绒织物或其它此类材料。织物也可以用热塑性胶粘剂键合到泡沫芯上,胶粘剂包括压敏胶粘剂和热熔胶粘剂,例如聚酰胺、改性聚烯烃、聚氨酯和聚烯烃。装饰层也可以使用纺粘、热粘合、射流喷网、熔喷、湿法成网和/或干法成网工艺生产。

[0087] 在某些实施方案中,两个或更多个预浸料坯或芯可相互联接,然后可将表皮置于预浸料坯或芯的一个表面上。参考图7,示出了包括联接的预浸料坯或芯710和预浸料坯或芯730及置于芯730上的表皮720的制品700。预浸料坯或芯710、720各自可相同或者可不同。在一些情况下,芯710、730的热塑性材料和纤维相同,但芯710、730中存在的可膨胀石墨材料载量或类型不同。在其它情况下,芯710、730中可膨胀石墨材料的类型和/或量可相同并且热塑性材料和/或纤维中的一种或两种可不同,例如可在化学性质上不同或者可按不同的量存在。在一些情况下,共价键合的可膨胀石墨材料可存在于预浸料坯或芯710、730之一或两者中。在其它情况下,非共价键合的可膨胀石墨材料可存在于预浸料坯或芯710、720之一或两者中。若需要,在预浸料坯或芯710、730之一或两者中可存在一种或多种合适的阻燃剂,例如卤化或非卤化阻燃剂。虽然显示预浸料坯或芯710、730的厚度与图7中大致相同,但预浸料坯或芯710、730的厚度可以变化。在一些构造中,预浸料坯或芯710、730之一可包含

除可膨胀石墨材料以外的蓬松剂,例如微球。微球可以与可膨胀石墨材料组合存在或者可存在于预浸料坯或芯710、730中无任何可膨胀石墨材料的一个中。表皮720可以包括例如薄膜(例如,热塑性薄膜或弹性薄膜)、无机玻璃钢、稀松布(例如,基于纤维的稀松布)、箔、织造物、非织造物或作为置于预浸料坯料或芯730上的无机涂层、有机涂层或热固性涂层存在。在其它情况下,正如按照日期为1996年的ISO 4589所测量的,表皮720可包含高于22的极限氧指数。热塑性薄膜作为表皮720存在或存在于其中时,热塑性薄膜可包含以下的至少一种:聚(醚酰亚胺)、聚(醚酮)、聚(醚-醚酮)、聚(苯硫醚)、聚(芳基砜)、聚(醚砜)、聚(酰胺-酰亚胺)、聚(1,4亚苯基)、聚碳酸酯、尼龙和硅酮。基于纤维的稀松布作为表皮720存在或存在于其中时,基于纤维的稀松布可包含玻璃纤维、芳族聚酰胺纤维、石墨纤维、碳纤维、无机矿物纤维、金属纤维、金属化合成纤维和金属化无机纤维中的至少一种。热固性涂层作为表皮720存在或存在于其中时,该涂层可包含不饱和聚氨酯、乙烯基酯、酚醛树脂和环氧树脂中的至少一种。无机涂层作为表皮720存在或存在于其中时,该无机涂层可包含含有选自Ca、Mg、Ba、Si、Zn、Ti和Al的阳离子的矿物质或可包含石膏、碳酸钙和灰浆中的至少一种。非织造物作为表皮720存在或存在于其中时,非织造物可包含热塑性材料、热固性粘合剂、无机纤维、金属纤维、金属化无机纤维和金属化合成纤维。虽然未示出,但装饰层可与表皮720或与预浸料坯或芯710的表面联接。如本文所指出的,装饰层可例如由聚氯乙烯、聚烯烃、热塑性聚酯、热塑性弹性体等热塑性薄膜形成。装饰层也可以是包括由例如聚丙烯、聚乙烯、聚氯乙烯、聚氨酯等形成的泡沫芯的多层结构。织物可以键合到泡沫芯上,例如由天然和合成纤维制成的织造物,针刺法等制成的有机纤维非织造物、起绒织物、针织品、植绒织物或其它此类材料。织物也可以用热塑性胶粘剂键合到泡沫芯上,胶粘剂包括压敏胶粘剂和热熔胶粘剂,例如聚酰胺、改性聚烯烃、聚氨酯和聚烯烃。装饰层也可以使用纺粘、热粘合、射流喷网、熔喷、湿法成网和/或干法成网工艺生产。

[0088] 在某些实施方案中,两个或更多个预浸料坯或芯可相互联接,然后可将表皮置于预浸料坯或芯的每个表面上。参考图8,示出了包括联接的预浸料坯或芯810和预浸料坯或芯830、置于芯830上的第一表皮820及置于芯810上的第二表皮840的制品800。预浸料坯或芯810、830各自可相同或者可不同。在一些情况下,预浸料坯或芯810、830的热塑性材料和纤维相同,但预浸料坯或芯810、830中存在的可膨胀石墨材料载量或类型不同。在其它情况下,预浸料坯或芯810、830中可膨胀石墨材料的类型和/或量可相同并且热塑性材料和/或纤维中的一种或两种可不同,例如可在化学性质上不同或者可按不同的量存在。在一些情况下,共价键合的可膨胀石墨材料可存在于预浸料坯或芯810、830之一或两者中。在其它情况下,非共价键合的可膨胀石墨材料可存在于预浸料坯或芯810、830之一或两者中。若需要,在预浸料坯或芯810、830之一或两者中可存在一种或多种合适的阻燃剂,例如卤化或非卤化阻燃剂。虽然显示预浸料坯或芯810、830的厚度与图8中大致相同,但预浸料坯或芯810、830的厚度可以变化。在一些构造中,预浸料坯或芯810、830之一可包含除可膨胀石墨材料以外的蓬松剂,例如微球。微球可以与可膨胀石墨材料组合存在或者可存在于芯810、830中无任何可膨胀石墨材料的一个中。表皮820、840各自可以独立地包括例如薄膜(例如,热塑性薄膜或弹性薄膜)、无机玻璃钢(frim)、稀松布(例如,基于纤维的稀松布)、箔、织造物、非织造物或作为置于预浸料坯料或芯830上的无机涂层、有机涂层或热固性涂层存在。在其它情况下,正如按照日期为1996年的ISO 4589所测量的,表皮820、840可独立地包含高

于22的极限氧指数。热塑性薄膜作为表皮820或表皮840(或两者)存在或存在于其中时,热塑性薄膜可包含以下的至少一种:聚(醚酰亚胺)、聚(醚酮)、聚(醚-醚酮)、聚(苯硫醚)、聚(芳基砜)、聚(醚砜)、聚(酰胺-酰亚胺)、聚(1,4亚苯基)、聚碳酸酯、尼龙和硅酮。基于纤维的稀松布作为表皮820或表皮840(或两者)存在或存在于其中时,基于纤维的稀松布可包含玻璃纤维、芳族聚酰胺纤维、石墨纤维、碳纤维、无机矿物纤维、金属纤维、金属化合成纤维和金属化无机纤维中的至少一种。热固性涂层作为表皮820或表皮840(或两者)存在或存在于其中时,该涂层可包含不饱和聚氨酯、乙烯基酯、酚醛树脂和环氧树脂中的至少一种。无机涂层作为表皮820或表皮840(或两者)存在或存在于其中时,该无机涂层可包含含有选自Ca、Mg、Ba、Si、Zn、Ti和Al的阳离子的矿物质或可包含石膏、碳酸钙和灰浆中的至少一种。非织造物作为表皮820或表皮840(或两者)存在或存在于其中时,非织造物可包含热塑性材料、热固性粘合剂、无机纤维、金属纤维、金属化无机纤维和金属化合成纤维。虽然未示出,但装饰层可与表皮820或表皮840(或两者)联接。如本文所指出的,装饰层可例如由聚氯乙烯、聚烯烃、热塑性聚酯、热塑性弹性体等热塑性薄膜形成。装饰层也可以是包括由例如聚丙烯、聚乙烯、聚氯乙烯、聚氨酯等形成的泡沫芯的多层结构。织物可以键合到泡沫芯上,例如由天然和合成纤维制成的织造物,针刺法等制成的有机纤维非织造物、起绒织物、针织品、植绒织物或其它此类材料。织物也可以用热塑性胶粘剂键合到泡沫芯上,胶粘剂包括压敏胶粘剂和热熔胶粘剂,例如聚酰胺、改性聚烯烃、聚氨酯和聚烯烃。装饰层也可以使用纺粘、热粘合、射流喷网、熔喷、湿法成网和/或干法成网工艺生产。

[0089] 在某些实施方案中,两个或更多个预浸料坯或芯可相互联接,然后可将表皮置于预浸料坯或芯的每个表面上。参考图9,示出了包括通过中间层920联接的预浸料坯或芯910和预浸料坯或芯930及置于芯940上的表皮840的制品900。若需要,表皮940可代替置于预浸料坯或芯930上或另一表皮(未示出)可置于预浸料坯或芯920上。预浸料坯或芯910、930各自可相同或者可不同。在一些情况下,预浸料坯或芯910、930的热塑性材料和纤维相同,但预浸料坯或芯910、930中存在的可膨胀石墨材料载量或类型不同。在其它情况下,预浸料坯或芯910、930中可膨胀石墨材料的类型和/或量可相同并且热塑性材料和/或纤维中的一种或两种可不同,例如可在化学性质上不同或者可按不同的量存在。在一些情况下,共价键合的可膨胀石墨材料可存在于预浸料坯或芯910、930之一或两者中。在其它情况下,非共价键合的可膨胀石墨材料可存在于预浸料坯或芯910、930之一或两者中。若需要,在预浸料坯或芯910、930之一或两者中可存在一种或多种合适的阻燃剂,例如卤化或非卤化阻燃剂。虽然显示预浸料坯或芯910、930的厚度与图9中大致相同,但预浸料坯或芯910、930的厚度可以变化。在一些构造中,预浸料坯或芯910、930之一可包含除可膨胀石墨材料以外的蓬松剂,例如微球。微球可以与可膨胀石墨材料组合存在或者可存在于芯910、930中无任何可膨胀石墨材料的一个中。层920和表皮940可以独立地包括例如薄膜(例如,热塑性薄膜或弹性薄膜)、无机玻璃钢、稀松布(例如,基于纤维的稀松布)、箔、织造物、非织造物或作为置于预浸料坯或芯830上的无机涂层、有机涂层或热固性涂层存在。在其它情况下,正如按照日期为1996年的ISO 4589所测量的,层920和表皮940可独立地包含高于22的极限氧指数。热塑性薄膜作为层920或表皮940(或两者)存在或存在于其中时,热塑性薄膜可包含以下的至少一种:聚(醚酰亚胺)、聚(醚酮)、聚(醚-醚酮)、聚(苯硫醚)、聚(芳基砜)、聚(醚砜)、聚(酰胺-酰亚胺)、聚(1,4亚苯基)、聚碳酸酯、尼龙和硅酮。基于纤维的稀松布作为层920或表皮

940(或两者)存在或存在于其中时,基于纤维的稀松布可包含玻璃纤维、芳族聚酰胺纤维、石墨纤维、碳纤维、无机矿物纤维、金属纤维、金属化合成纤维和金属化无机纤维中的至少一种。热固性涂层作为层920或表皮940(或两者)存在或存在于其中时,该涂层可包含不饱和和聚氨酯、乙烯基酯、酚醛树脂和环氧树脂中的至少一种。无机涂层作为层920或表皮940(或两者)存在或存在于其中时,该无机涂层可包含含有选自Ca、Mg、Ba、Si、Zn、Ti和Al的阳离子的矿物质或可包含石膏、碳酸钙和灰浆中的至少一种。非织造物作为层920或表皮940(或两者)存在或存在于其中时,非织造物可包含热塑性材料、热固性粘合剂、无机纤维、金属纤维、金属化无机纤维和金属化合成纤维。虽然未示出,但装饰层可与表皮920或预浸料坯或芯930(或两者)联接。如本文所指出的,装饰层可例如由聚氯乙烯、聚烯烃、热塑性聚酯、热塑性弹性体等热塑性薄膜形成。装饰层也可以是包括由例如聚丙烯、聚乙烯、聚氯乙烯、聚氨酯等形成的泡沫芯的多层结构。织物可以键合到泡沫芯上,例如由天然和合成纤维制成的织造物,针刺法等制成的有机纤维非织造物、起绒织物、针织品、植绒织物或其它此类材料。织物也可以用热塑性胶粘剂键合到泡沫芯上,胶粘剂包括压敏胶粘剂和热熔胶粘剂,例如聚酰胺、改性聚烯烃、聚氨酯和聚烯烃。装饰层也可以使用纺粘、热粘合、射流喷网、熔喷、湿法成网和/或干法成网工艺生产。

[0090] 在某些实施方案中,材料条带可置于预浸料坯或芯层上。参考图10,示出了包括预浸料坯或芯1010,有条带1020、1030置于预浸料坯或芯1010的不同区域上的制品1000。所需要,此类条带可存在于图1A和2A-9中所示任一说明性实施方案上。条带1020、1030可相同或者可不同。如本文所指出的,在一些情况下,条带1020、1030可包含可膨胀石墨材料。例如,条带可包含与条带中的其它材料非共价键合的可膨胀石墨材料或者可包含与条带中的其它材料共价键合的可膨胀石墨材料。在一些情况下,条带1020、1030可独立地采取如本文所述预浸料坯或芯的形式。在其它构造中,条带可采取如本文所述表皮或层的形式。在某些情况下,条带可置于,例如制品100的可能期望提供结构增强的区域或需要差异性厚度的区域。在条带1020、1030包含蓬松剂如微球或可膨胀石墨材料的情况下,若需要,可以在包含条带1020、1030的区域获得额外厚度。

[0091] 在一些实施方案中,预浸料坯和芯可包括附加材料或添加剂以赋予所需的物理或化学性质。例如,可将一种或多种染料、增稠剂、着色剂、粘度调节剂、防烟剂、增效材料、蓬松剂、颗粒、粉末、杀生剂、泡沫或其它材料与预浸料坯或芯混合或添加到其中。在一些情况下,预浸料坯或芯可包含一种或多种防烟组合物,量为约0.2重量%至约10重量%。说明性的防烟组合物包括但不限于锡酸盐、硼酸锌、钼酸锌、硅酸镁、钼酸钙、硅酸钙、氢氧化钙及其混合物。若需要,可存在增效材料以增强预浸料坯或芯的物理性质。若需要,可存在增强可膨胀石墨材料的阻燃特性的增效剂。若需要,可存在增强蓬松能力的增效材料。说明性的增效材料包括但不限于三氯苯磺酸钠钾、二苯砷-3-磺酸及其混合物。

[0092] 在其它情况下,本文描述的预浸料坯或芯可包含所需量,例如,按预浸料坯或芯的总重量计低于约50重量%的最小量的热固性材料,以赋予芯所需性质。热固性材料可与热塑性材料混合或可作为涂层添加在预浸料坯或芯的一个或多个表面。

[0093] 在某些实施方案中,本文描述的预浸料坯或芯可配置为(或用于)玻璃毡热塑性复合材料(GMT)或轻质增强热塑性塑料(LWRT)。一种此类LWRT是由HANWHA AZDEL, Inc.制备的并且以商标SUPERLITE®毡进行销售。载有可膨胀石墨材料的SUPERLITE®毡可提

供理想属性,包括例如,阻燃性和增强的加工能力。此类GMT或LWRT的面密度范围可为约400克/平方米(gsm)GMT或LWRT至约4000gsm,尽管根据特定应用需要,面密度可小于400gsm或大于4000gsm。在一些实施方案中,密度上限可小于约4000gsm。在某些情况下,GMT或LWRT可包含置于GMT或LWRT的空隙空间内的可膨胀石墨材料。例如,在GMT或LWRT的空隙空间中可存在非共价键合的可膨胀石墨材料。在其它情况下,在GMT或LWRT的空隙空间中可存在共价键合的可膨胀石墨材料。还有其它构造中,在GMT或LWRT的中可存在非共价键合的可膨胀石墨材料和共价键合的可膨胀石墨材料。GMT或LWRT预浸料坯或芯与可膨胀石墨材料组合使用时,GMT或LWRT的基重可减少至低于800gsm、600gsm或400gsm,例如,同时仍然提供合适的性能特性。若需要,在GMT或LWRT中可存在附加蓬松剂,例如微球。

[0094] 在生产本文描述的预浸料坯和芯时,可能有利的是使用湿法成网工艺。例如,可以在气体,例如空气或其它气体的存在下,搅拌或搅动包含分散材料,例如热塑性材料、纤维和可膨胀石墨材料,任选地与本文描述的任一种或多种添加剂(例如,其它蓬松剂或阻燃剂)的液体或流体介质。然后可将分散体铺放到支撑物,例如筛网或其它支撑材料上,以提供可膨胀石墨材料在所铺材料中基本上均一的分布。为增加可膨胀石墨材料分散性和/或均一性,搅拌的分散体可包含一种或多种活性剂,例如,阴离子、阳离子或非离子活性剂,例如,Industrial Soaps Ltd.以名称ACE液体销售的那些,Glover Chemicals Ltd.作为TEXOFOR®FN 15材料销售的那种,及Float-Ore Ltd.作为AMINE Fb 19材料销售的那些。这些试剂可帮助空气散布在液体分散体中。可将组分添加到在空气存在下的混合罐、浮选槽或其它合适的装置中以提供分散体。虽然希望使用水性分散体,但是也可以存在一种或多种非水性流体以有助于分散,改变流体的粘度或以其它方式赋予分散体或预浸料坯、芯或制品所需的物理或化学性质。

[0095] 在某些情况下,在分散体已经混合足够时间后,可将具有悬浮物质的流体置于筛网、移动金属丝或其它合适的支撑结构上以提供铺放的材料网。可以为网提供抽吸或减压,以从铺放的材料中去除所有液体而留下热塑性材料、可膨胀石墨材料和存在的任何其它材料,例如纤维、添加剂等。如本文所指出的,通过将可膨胀石墨材料粒度选择为基本上等于或大于热塑性材料的平均粒度,可以实现可膨胀石墨材料增强的保持力(与微球保持力水平相比)。所得到的网可经干燥、加固、按压、蓬松、层压、定径或以其它方式进一步加工以提供所需预浸料坯、芯或制品。在一些情况下,可以在干燥、加固、按压、蓬松、层压、定径或其它进一步加工之前将添加剂或附加可膨胀石墨材料添加到网中,以提供所需预浸料坯、芯或制品。在其它情况下,可以在干燥、加固、按压、蓬松、层压、定径或其它进一步加工之后将可膨胀石墨材料添加到网中,以提供所需预浸料坯、芯或制品。虽然根据热塑性材料、可膨胀石墨材料和存在的其它材料的特性,可以使用湿法成网工艺,但可能有利的是使用气流成网工艺、干混工艺、梳棉和针刺工艺或用于制造非织造产品的其它已知工艺代替。在一些情况下,可以在预浸料坯或芯硬化至一定程度之后,经过多个涂层射流喷口下面的板而将附加可膨胀石墨材料喷洒到预浸料坯或芯的表面上,涂层射流喷口配置为以约90度角将可膨胀石墨材料喷洒到预浸料坯或芯表面。

[0096] 在一些构造中,本文描述的预浸料坯和芯可以通过在表面活性剂的存在下在水溶液或泡沫中合并热塑性材料、纤维、可膨胀石墨材料来生产。合并的组分可以混合或搅拌足够时间以分散各种材料并提供所述材料基本上均匀的水性混合物。然后将分散的混合物铺

放在任何合适的支撑结构上,例如具有所需孔隙率的金属丝网或其它网或支撑物。然后可通过金属丝网将水排空,形成网。高于热塑性粉末的软化温度干燥并加热该网。然后冷却该网并按压至预定厚度以产生具有介于约1%至约95%之间的空隙含量的复合材料板。在一个替代实施方案中,水性泡沫也包括粘合剂材料。

[0097] 在某些实例中,可以生产呈GMT形式的预浸料坯或芯。在某些情况下,通常可以使用短切玻璃纤维、热塑性材料、可膨胀石墨材料及任选的热塑性聚合物薄膜和/或用玻璃纤维或热塑性树脂纤维(例如聚丙烯(PP)、聚对苯二甲酸丁二醇酯(PBT)、聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)、聚碳酸酯(PC)、PC/PBT掺合物、PC/PET掺合物)制成的织造或非织造物制备GMT。在一些实施方案中,PP、PBT、PET、PC/PET掺合物或PC/PBT掺合物可用作高熔体流动指数树脂。为生产玻璃毡,可将热塑性材料、增强材料、可膨胀石墨材料和/或其它添加剂添加或计量到装备有叶轮的开顶式混合罐中所装的分散泡沫中。虽然不希望受任何特定理论的约束,但泡沫截留气穴的存在可帮助分散玻璃纤维、热塑性材料和可膨胀石墨材料。在一些实例中,分散的玻璃和树脂混合物可经由分配歧管泵入位于造纸机网部上方的流浆箱内。然后当使用真空为金属丝网筛提供分散混合物时,可以去除泡沫,而非玻璃纤维、可膨胀石墨材料和热塑性材料,持续产生均一的、纤维湿网。湿网可通过合适温度下的烘干机以减少水分含量并且使热塑性材料熔融或软化。当热网离开烘干机时,可通过使玻璃纤维、可膨胀石墨材料、热塑性材料网和薄膜通过一组加热辊的辊隙而将表面层例如薄膜层压到网上。若需要,也可以使附加层例如非织造和/或织造物层沿着薄膜附着于所述网的一侧或两侧以利于容易地处理玻璃纤维增强毡。然后可以使复合材料通过张力辊并持续切割(截断)成所需尺寸,用于稍后形成最终产品制品。关于此类GMT复合材料的制备,包括用于形成此类复合材料的合适材料和加工条件的其它信息,例如在美国专利第6,923,494、4,978,489、4,944,843、4,964,935、4,734,321、5,053,449、4,925,615、5,609,966号和美国专利申请公开第US 2005/0082881、US2005/0228108、US 2005/0217932、US 2005/0215698、US 2005/0164023和US 2005/0161865中有描述。

[0098] 在某些实施方案中,EG材料与热塑性材料和增强纤维组合存在容许比用传统液态烃-聚合物壳微球所可以实现的更好的蓬松控制。例如,通过选择对对流加热基本上不敏感而对其它类型的加热例如红外线加热敏感的EG材料,可以产生具有高储备蓬松能力的预浸料坯、芯和制品。这种构造容许最终使用者对于包括预浸料坯、芯和制品的部件具有更宽范围的可能最终厚度。例如,最终使用者可以选择期望的加热条件来加工该部件以提供所需的所得厚度。若需要,通过改变应用于某些区域的加工条件,部件的不同区域可具有不同的最终厚度。

[0099] 在一些情况下,可通过将热塑性材料、增强纤维和可膨胀石墨颗粒合并成混合物以形成经搅拌的水性泡沫而制成预浸料坯、芯或制品。可将经搅拌的水性泡沫置于导线支撑构件上。可将水排空以形成网或开孔结构。可以,例如,使用对流加热,高于热塑性材料的熔融温度,在使得基本上不发生蓬松的条件下加热该网,这个步骤在一些情况下也称为加固。若需要,可对网施加压力以提供包含可膨胀石墨颗粒,例如包含均匀分散在网(或开孔结构)内或不均匀地分散在网(或开孔结构)内的EG材料的热塑性复合材料板。可通过选择合适的加热条件进一步加工该板以提供所需蓬松度。在一些情况下,可应用有效地使该板蓬松的加热条件以增加板总厚度。例如,可将表皮、覆盖层或其它材料放在该板上。可将多

层组件放入模具中并施加加热条件以使该板蓬松以将板的表面按压在组件的其它层上。通过增加板的总厚度,可以实现板与组件其它层之间更好的粘着。

[0100] 在某些情况下,生产复合材料制品的方法包括将热塑性材料、增强纤维和可膨胀石墨颗粒合并成混合物以形成经搅拌的水性泡沫。将泡沫置于导线支撑构件上,并将水排空以形成包含热塑性材料、纤维和石墨材料的网或开孔结构。在一些情况下,然后将网加热至高于热塑性材料熔融温度的第一温度,其中第一温度低于可膨胀石墨颗粒的蓬松起始温度,所以基本上不发生蓬松。在其它情况下,可以使用使热塑性材料熔融的加热条件,例如对流加热对网进行加热,但是基本上不会使可膨胀石墨颗粒蓬松。若需要,然后可以,例如使用轧辊或其它装置向所述网施加压力,以提供包含分散在所述网内的可膨胀石墨颗粒的热塑性复合材料板。

[0101] 下面描述了某些实施例以更好地说明本文描述的一些新颖方面和构造。

[0102] 实施例1

[0103] 使用聚丙烯树脂和玻璃纤维制成不同组合物。一种组合物(H1100)包含以5重量%存在的液态烃芯-聚合物微球。第二组合物包含以5重量%存在的EG-249C可膨胀石墨(EG)材料。第三组合物包含以10重量%存在的EG-249C可膨胀石墨材料。第四组合物包含以15重量%存在的EG-249C可膨胀石墨材料。第五组合物包含以10重量%存在的EG-HV可膨胀石墨材料。在每种组合物中存在约60重量%聚丙烯和40重量%玻璃纤维。每种组合物中EG的重量百分比是按聚丙烯和玻璃纤维的总重量计的,例如,可通过向包含40g玻璃纤维和60g聚丙烯的组合物中添加5g的EG来制成具有5重量%EG的组合物。将每种组合物制成基重为约800gsm的板。

[0104] 测试板材在不同加热条件下的厚度变化。含H1100和EG-HV的板材在204摄氏度下空气加热(图11中的左侧柱)并且在225摄氏度下空气加热(图11中的右侧柱)。每种EG-249C板材在相同温度下空气加热并还经受200摄氏度和220摄氏度的红外线加热(IR)(对于EG-249C而言从左至右图11中的柱表示在204摄氏度下的空气加热、在225摄氏度下的空气加热、在200摄氏度下的红外线加热和在220摄氏度下的红外线加热;EG-HV中的柱表示在204摄氏度下和在225摄氏度下的空气加热)。

[0105] 在两个温度下微球板材厚度增加,且在较低温度下的厚度接近于较高温度下的厚度。与微球相比,EG-249C板材通常对空气加热不敏感,在厚度上显示没有变化或几乎无变化。EG-HV板材厚度在空气加热后增加。EG-HV是低级可膨胀石墨材料并且在比EG-249C更低的温度下膨胀。在220摄氏度下使用红外线加热显著增加所有EG-249C板材的厚度。另外,板材厚度随可膨胀石墨材料载量和红外线加热温度变化。结果与使用可膨胀石墨材料通过选择所需蓬松温度,选择性地增加板材厚度一致。

[0106] 实施例2

[0107] 使用实施例1中描述的方法制备一系列板材。板材各自包括与实施例1中指出的相似量的聚丙烯和玻璃纤维。制备三种不同的板材:一种包括H1100微球,一种包括N351可膨胀石墨材料,且一种包括N400可膨胀石墨材料。通过在200摄氏度下对流加热测试每种板材的第1阶段蓬松度。结果显示于表1中。直径99mm的圆弹力盘用作试样。使用卡尺测量三个不同区域的厚度。

[0108] 表1

[0109]

	200 摄氏度对流加热 时间(分钟)	厚度(mm)
H1100	1	5.526
	2	8.596

[0110]

N351	3	7.408
	4	7.725
	1	2.527
	2	5.977
	3	6.860
	4	7.477
	1	2.533
	2	3.463
N400	3	4.550
	4	5.010

[0111] 结果与随着持续加热每种板材的厚度随时间推移而增加一致。随着增加加热,在微球板材(H1100)中有明显塌陷,因为从第2分钟到第4分钟厚度减少。未观察到可膨胀石墨材料板材的塌陷。

[0112] 实施例3

[0113] 为了测定实施例2的三种板材的储备蓬松能力(可以实现多少附加厚度),将每种板材在室温下冷却一天。然后通过200摄氏度下对流加热3分钟(对于H1100板材而言)和在约220摄氏度下红外线加热1.5分钟(对于EG板材而言)使板材经受第2阶段蓬松。使微球板材(H1100)经受不同加热条件以容许最大限度蓬松,不会引起微球破裂。结果列于表2中。

[0114] 表2

[0115]

	200 摄氏度 对流加热时 间(分钟)	加热条件	第 1 阶 段厚度 (mm)	第 2 阶 段全厚 度 (mm)	第 1 阶 段触 发的 蓬松 度 (%)	储备 蓬松能 力 (%)
H1100	1	200 摄氏度对流 加热 3 分钟	5.526	8.892	62.1	37.9
	2		8.596	10.176	84.5	15.5
	3		7.408	9.707	76.3	23.7
	4		7.725	7.714	100.1	-0.1

[0116]

		加热					
	N351	1	220 摄氏度红外 线烘箱 1.5 分钟	2.527	9.543	26.5	73.5
		2		5.977	10.267	58.2	41.8
		3		6.860	9.830	69.8	30.2
		4		7.477	9.320	80.2	19.8
	N400	1		2.533	7.180	35.6	64.4
		2		3.463	7.583	45.7	54.3
		3		4.550	6.083	74.8	25.2
		4		5.010	6.223	80.5	19.5

[0117] 第1阶段触发的蓬松度表示潜在蓬松能力的损失。例如,对于全厚度为8.892mm的H1100板材而言,第1阶段触发的蓬松度为5.526mm。第2阶段蓬松后该板材的全厚度为8.892,这意味着该板材在第1阶段后蓬松至 $5.526/8.892=$ 其总蓬松能力的62.1%。这个结果意味着对于该板材而言仅剩余37.9%的储备蓬松能力。

[0118] 相反,相似时间的可膨胀石墨材料板材保持N351储备蓬松能力的73.5%和N400储备蓬松能力的64.4%。这些结果与可膨胀石墨材料一致,其与微球相比提供附加的储备蓬松能力。

[0119] 实施例4

[0120] 使用实施例2的板材进行附加测试。这些测试包括在加热期间测量每种板材的基重以及灰分含量并在200摄氏度温度下于烘箱中使用对流加热使板材蓬松后测定蓬松指数。99mm直径的弹力盘用作试样,每个实验使用10个弹力盘。对于所有数据而言,厚度值是基于对全部10个弹力盘的平均测量。测定基重、变异系数(COV)、厚度、蓬松比(蓬松厚度除以原样厚度)、灰分含量(通过将样品放入800摄氏度烘箱中使其燃烧来测定—仅剩余玻璃纤维及剩余玻璃纤维的重量百分比)、蓬松指数-1(蓬松比除以灰分含量)、蓬松剂含量(图12的表3中显示为MS含量)和蓬松指数2(蓬松指数-1除以蓬松剂含量)。使用蓬松指数可以消除(或标准化)每种板材总gsm的变化,产生直接可比的结果。通过以下方式测定微球含量(H1100):测量微球破裂前后的重量以计算样品中微球的含量。EG的7%含量(N351和N400)是基于向试样中添加该量的EG的。结果显示于图12的表3中。

[0121] 在相同加热时间下所有EG样品(N351和N400)的蓬松指数比相应微球样品低至少50%。这些值与含EG的板材一致,其在200摄氏度下对流加热后提供增强的储备蓬松能力。

[0122] 实施例5

[0123] 使用实施例2的板材进行附加测试。这些测试包括在加热期间测量每种板材的基重以及灰分含量并在220摄氏度温度下于烘箱中使用对流加热使板材蓬松后测定蓬松指数。结果是如结合实施例4所描述的而获得/测定的。结果显示于图13的表4中。

[0124] 在相同加热时间下所有EG样品(N351和N400)的蓬松指数低于相应微球样品。每种样品在每个加热时间下的蓬松指数通常高于在200摄氏度下获得的相应蓬松指数。这些值与EG一致,其通过改变加工温度提供对蓬松增强的控制。

[0125] 实施例6

[0126] 通过生产与实施例2的板材类似的板材,测试不同类型的可膨胀石墨材料。板材中

每种可膨胀石墨材料的重量百分比为8重量%。H1100微球对照板材包含24重量%的微球。每种板材的基重为约800gsm。在表5所列的各种条件下测量蓬松度。TMA是指通过使用热机械分析仪测量蓬松起始的实际温度而测定的起始温度。NYACOL值是供应商提供的相应值。

[0127] 表5

[0128]	可膨胀石墨	粒度% (>300微米)	膨胀体积 (cm ³ /g)	起始温度(摄氏度)	对不同加热源的选择性:基于一分钟加热与 H1100 相比的			
[0129]	等级				蓬松度			
					对流加热		红外线加热	
				NYACOL TMA	200	220	200	220
	HV	80-91%	>250	180±10	173	中	中	中 低
	249C	79-91%	>250	170±10	198	低	低	低 中
	351	100%	330-350	165-185	176	低	低	低 高
	KP251	72-91%	>250	135-155	145	高	高	高 高
	400	79-91%	>400	170±10	---	低	低	低 中

[0130] 表5中的结果与可膨胀石墨材料一致,其在200摄氏度对流加热1分钟后提供高储备蓬松能力。对于HV、351和KP251EG材料而言,在220摄氏度下1分钟达到高蓬松度的能力在包含这些材料的板材中提供了储备蓬松能力。图14中示出了比较各种条件下的蓬松厚度的柱状图。每个柱状分组中从左至右表示在200摄氏度下的空气加热、在220摄氏度下的空气加热、在200摄氏度下的红外线加热和在220摄氏度下的红外线加热。如图所示,EG样品对所施加的热量类型敏感。这种选择性容许通过选择合适的热量施加过程更好地控制蓬松。相反,微球蓬松度通常对所施加的热量类型不敏感。在某些情况下,基于在200摄氏度的蓬松度与220摄氏度的蓬松度之间具有很大差距,可能合乎需要的是选择EG材料。这种大差距提供了更多的储备蓬松能力。另外,通过选择大差距并且通过使用在对流条件下不提供显著蓬松的EG材料,可施加红外线加热(或其它加热)以更好地控制制品的最终厚度。

[0131] 实施例7

[0132] 测试可膨胀石墨材料(在阻燃剂的存在下)为热塑性复合材料制品提供阻燃性的能力。测试包含H1100微球的对照板材和包含各种可膨胀石墨材料的测试板材。结果显示于图15的表6中。括号表示每种板材中按重量百分比计的可膨胀石墨材料载量。每种板材包括约800gsm基重并且模制成约2mm的厚度。如本文所述,如同日期为1991年的FMVSS 302所示,按英寸/分钟测量燃烧速率。如FMVSS-302测试法中所示,按英寸测量燃烧距离。

[0133] 结果与可膨胀石墨材料的自熄性能在蓬松前后不受影响一致。在5%EG-249C载量下,板材自熄,表明仅以5重量%的可膨胀石墨材料可以提供阻燃性。相比之下,微球板材不

自熄。表6中的计时标记是指向内约4英寸并且从施加的火焰末端到板材的标记。

[0134] 实施例8

[0135] 测试另一组板材的阻燃性。图16的表7中示出了所用材料及其载重量。将板材模制成2mm时所有可膨胀石墨材料板材均为自熄性。当板材的孔隙率增加时,其通常变得更难通过自熄测试。即使当可膨胀石墨材料板材蓬松并模制成8mm的总厚度时,这意味着存在更多空气或更高的孔隙率,所有可膨胀石墨材料板材也是自熄性的。

[0136] 实施例9

[0137] 测试几种板材的非油和油可燃性。板材的基重为约1310gsm。板材各自包括Superlite™芯(聚丙烯和约55重量%玻璃纤维的混合物)结合约10重量%的Asbury 3335可膨胀石墨材料。板材老化后,纵向或横向上的拉伸强度没有下降。老化包括在不同的时间和湿度值下将板材暴露于热和水,包括38+/-2摄氏度和95+/-2%相对湿度下48小时。在150摄氏度下7天的长时间热循环也用于老化板材。然后在室温下将板材浸入蒸馏水中48小时。

[0138] 还测试了板材在油的存在下或无油时的自熄能力。使用日期为2013年的SAE J369测试(与本文描述的FMVSS 302测试等效)测试可燃性。测试结果示于图17所列的表8中。所有板材通过(如表8中的SE/0所示)油可燃性测试。在200摄氏度的加工温度下,自由蓬松度为8.10mm。在220摄氏度的加工温度下,自由蓬松度为12.46mm(储备蓬松能力比200摄氏度板材更低)。在240摄氏度的加工温度下,自由蓬松度为22.97mm(储备蓬松能力比220摄氏度板材更低)。测试每种板材的5个重复。如上文更详细地指出,表8中的“B”是指观察到燃烧的板材。列出“B”的单元格是火焰在表面行进而不进入芯的板材。行进入芯中是理想的,因为芯内的可膨胀石墨应至少部分有助于熄灭火焰。

[0139] 使用包括约10重量%的Asbury 3335可膨胀石墨材料和2重量%的DJ Semichem.微球蓬松剂的相同芯材料(但具有45重量%的玻璃)生产另一种板材。模制成8mm厚度时,这种板材在油自熄测试中表现出SE/0性能(通过SAE J369测试)。这些结果与可膨胀石墨材料一致,其提供通过可燃性测试并且仍然具有储备蓬松能力以容许进一步加工,例如模制成所需部件或形状的板材。

[0140] 实施例10

[0141] 生产几种另外的板材,其包括相似量的可膨胀石墨材料,但蓬松厚度不同。生产的板材包括Superlite™芯结合EG材料。板材列表示于表9中。

[0142] 表9

[0143]

运行	EG %	芯基重 (gsm)	自由蓬松度 (mm)
运行 1	5%	1000	6.88
	5%	750	6.06
运行 2	5%	1000	8.25
	5%	750	8.35
运行 3	5%	1100	9.49
	5%	700	9.76

[0144] 蓬松到6-7mm(运行1)的板材可按与没有任何EG的Superlite™芯相似的方式加工,例如可以在与没有任何EG的Superlite™芯相似的温度下模制。对于运行1和2,芯的一侧是90gsm HOF稀松布而芯的另一侧是225gsm聚丙烯薄膜。对于运行3,芯的一侧是20gsm聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)稀松布而板材的另一侧是98gsm聚丙烯薄膜。对于蓬松8-9mm的板材(运行2)而言观察到一些起皱现象。蓬松超过9mm自由蓬松度的板材可按与Superlite™芯相似的方式加工并且与Superlite™芯本身相比循环时间减少。

[0145] 实施例11

[0146] 可以制备具有约1200gsm芯重的板材,并且所述板材包含玻璃纤维(40-60重量%)、5-15重量%的可膨胀石墨材料,任选0-5重量%的微球蓬松剂,余量为热塑性材料如聚烯烃,例如聚丙烯。若需要,可使表皮材料如稀松布沉积在芯材料的一侧或多侧。在一些情况下,可在一个表面上放置阻燃稀松布,并且可在相对表面上放置非阻燃稀松布。稀松布的精确基重可在约20gsm至约100gsm变化。在其它情况下,芯的一侧可包含薄膜如聚烯烃薄膜。

[0147] 实施例12

[0148] 测试三种不同的可膨胀石墨材料作为增加的温度的函数的膨胀率。结果示于图18中。在比较不同EG材料时,3335材料在介于160摄氏度和220摄氏度之间的温度范围内具有较低膨胀比。对于特定加工温度而言,这些结果与将可膨胀石墨材料选择为具有合适的蓬松温度一致。例如,高于170摄氏度需要蓬松时,可使用Nyagraph KP251。高于180摄氏度需要蓬松时,可使用Nyagraph KP251或Asbury 3721(或两者)。

[0149] 在介绍本文公开的实例的要素时,冠词“一个/种(a/an)”、“该”和“所述”旨在意味着存在一个或多个要素。术语“包含”、“包括”和“具有”旨在是开放式的,且意味着除了所列要素以外可存在附加要素。本领域普通技术人员将意识到,鉴于本公开的益处,实例的各种组分可与其它实例中的各种组分互换或替换。

[0150] 虽然上文已描述某些方面、实例和实施方案,但是本领域普通技术人员将意识到,鉴于本公开的益处,所公开的说明性方面、实例和实施方案的添加、替换、修改和变更是可行的。

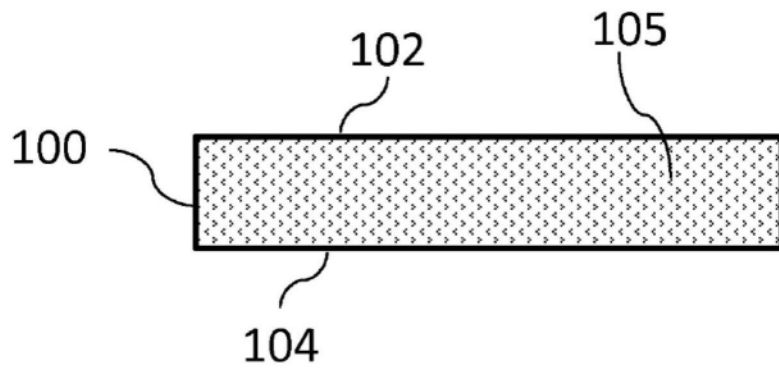


图1A

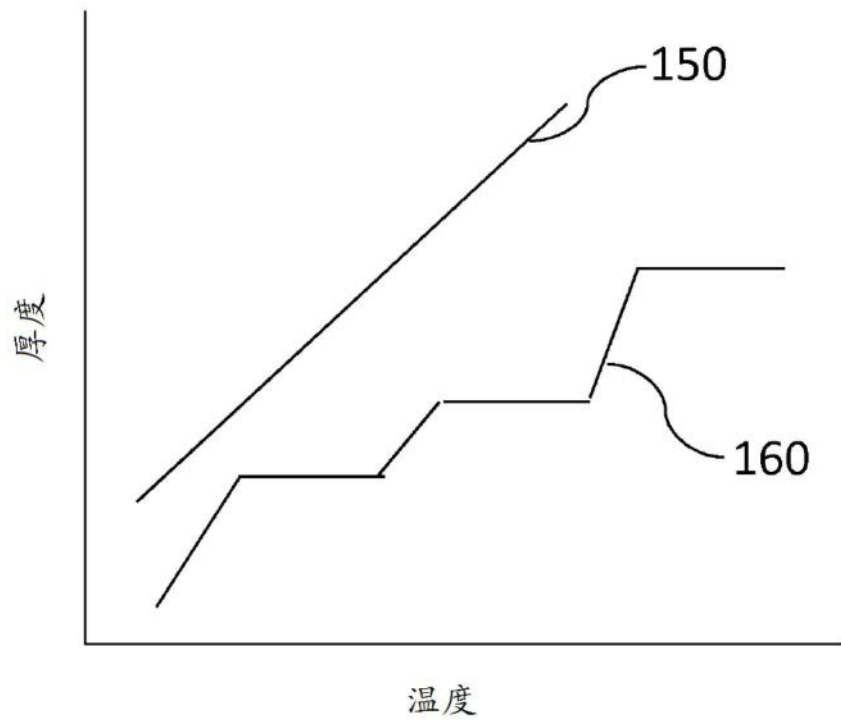


图1B

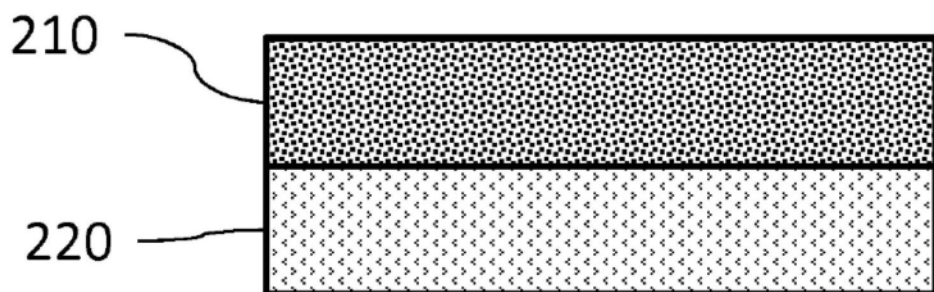


图2A

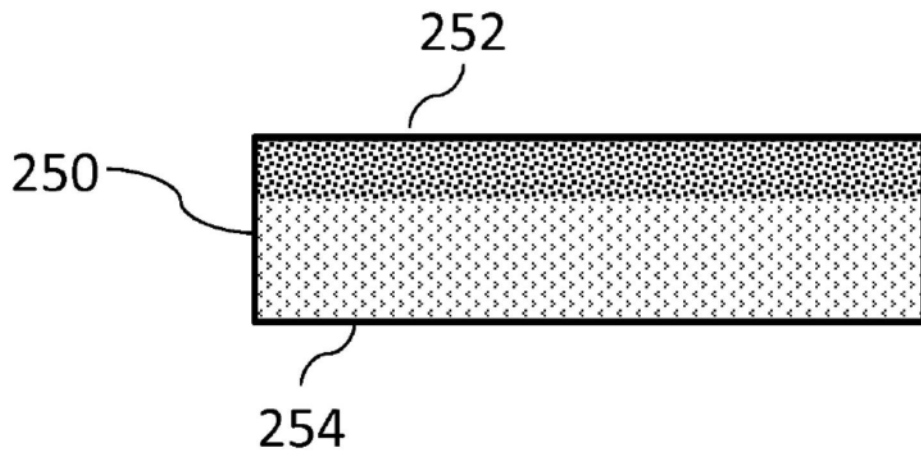


图2B

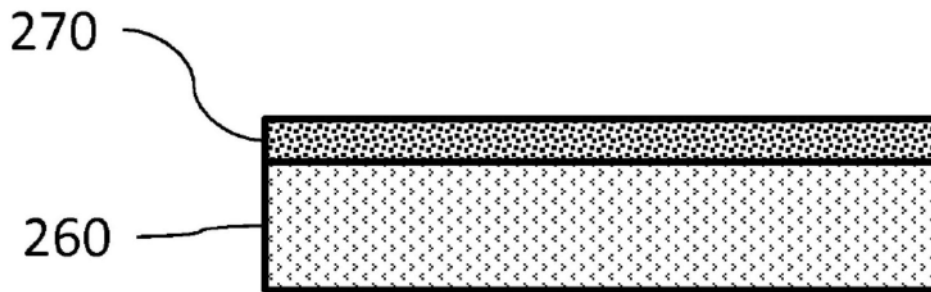


图2C

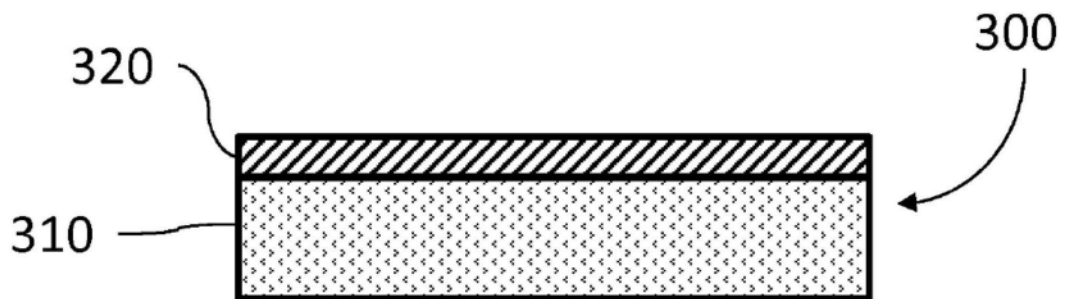


图3

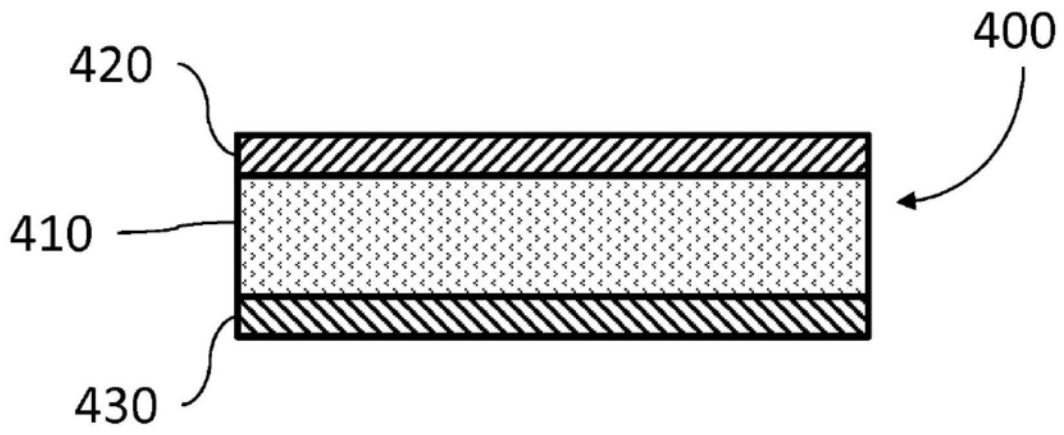


图4

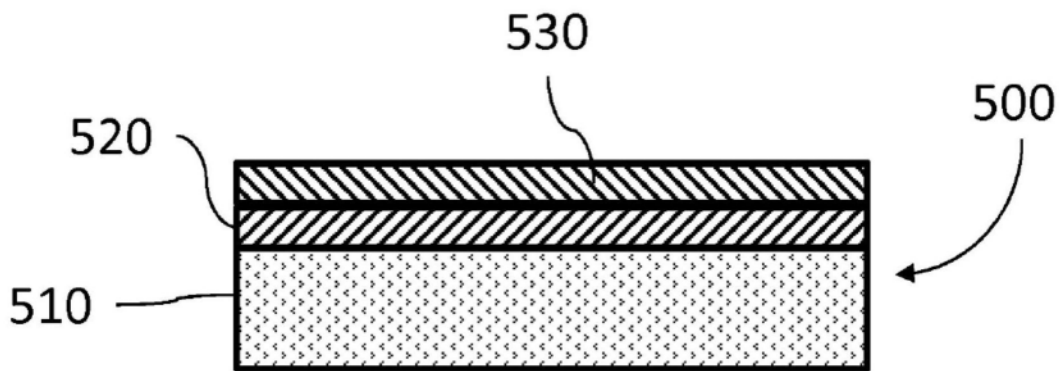


图5

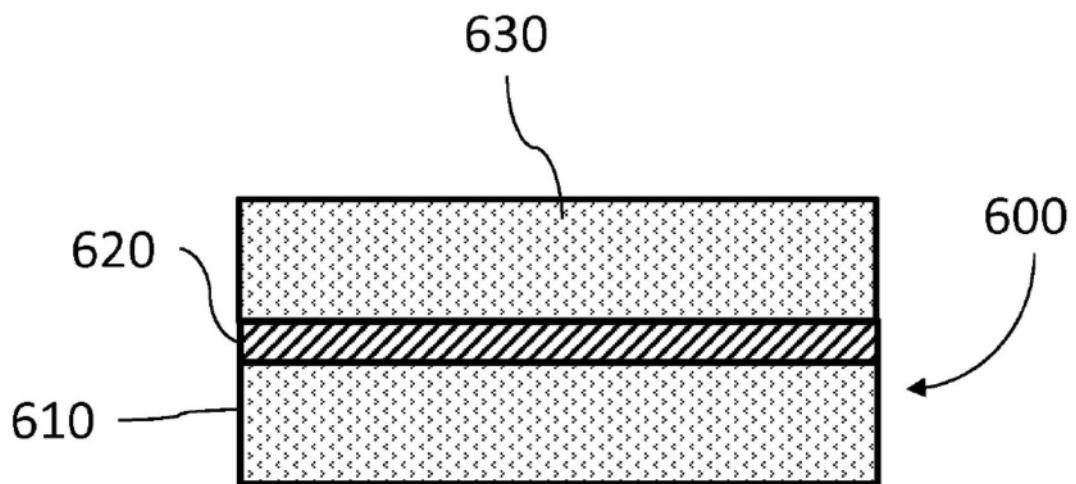


图6

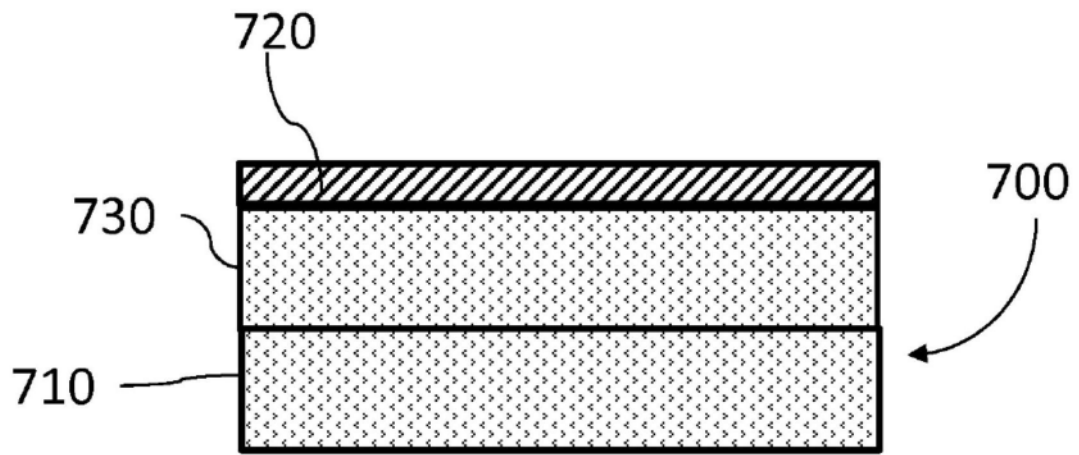


图7

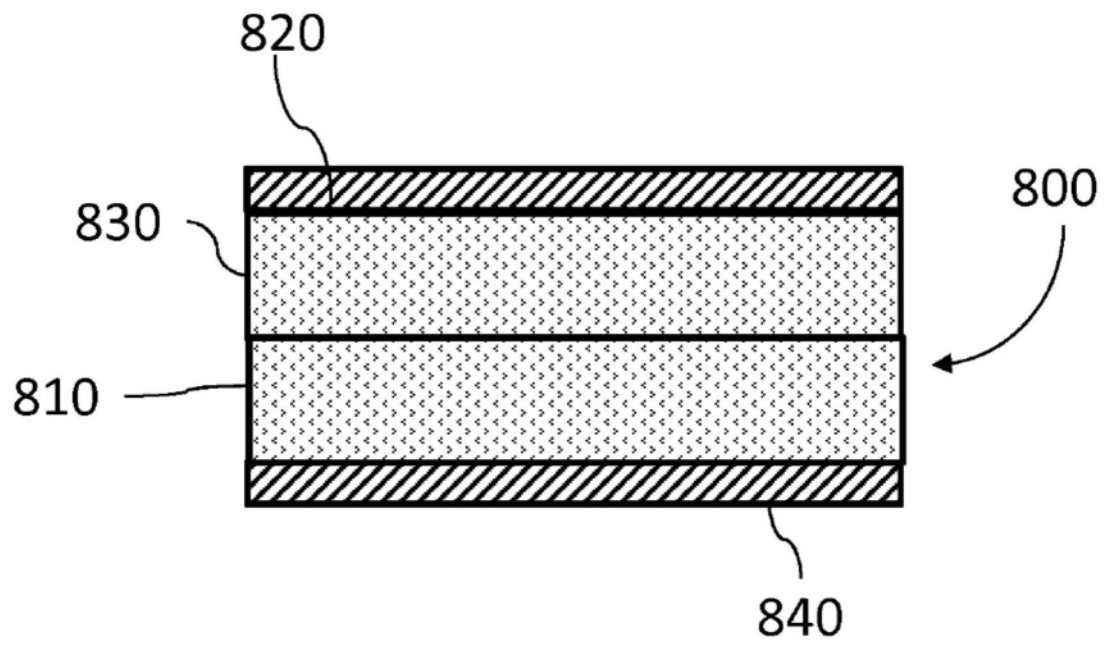


图8

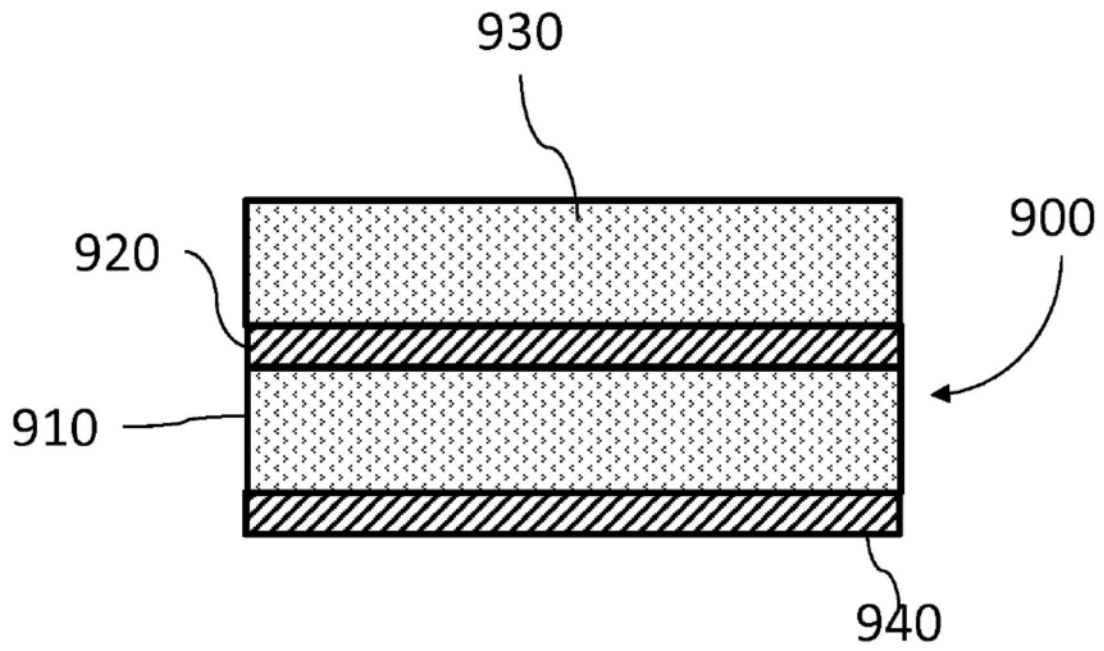


图9

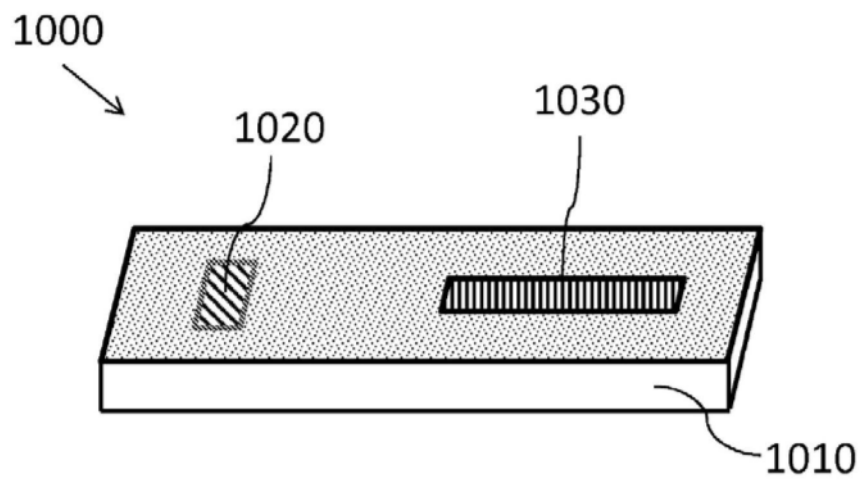


图10

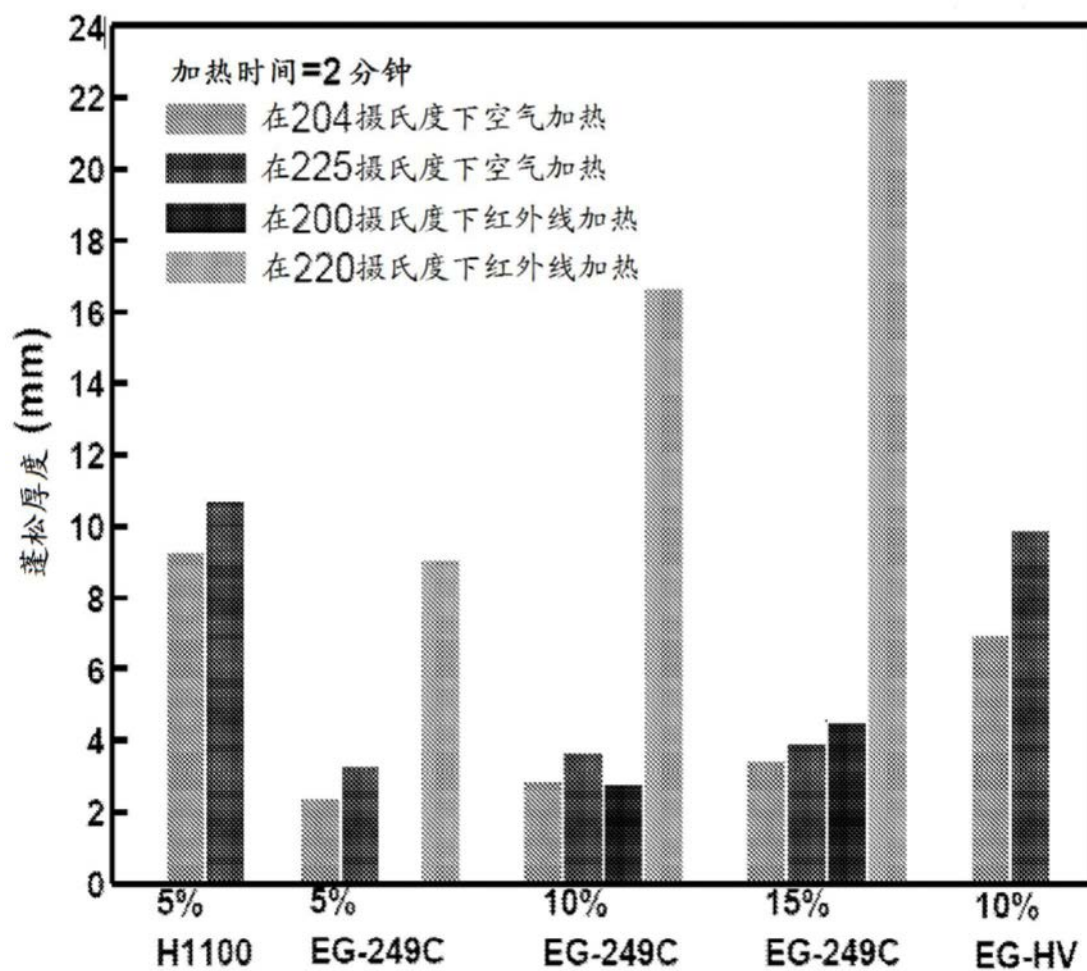


图11

表 3

蓬松温度 200										
	加热时间 (分钟)	基重 (gsm)	COV	原样厚度 (mm)	蓬松厚度 (mm)	蓬松比	灰分	蓬松指数-1 (标准化灰分)	MS 含量	蓬松指数-2 (MS/灰分)
H1100	1	784.13	1.38%	0.915	3.770	3.119	38.33%	8.1	4.92%	165
	2	779.45	2.32%	0.998	8.451	7.465	38.19%	19.5	5.00%	391
	3	775.82	1.84%	1.009	9.205	8.120	38.30%	21.2	4.87%	435
	4	783.05	1.90%	0.881	7.795	7.851	38.20%	20.5	4.90%	419
N351	1	805.95	0.65%	1.025	2.211	1.157	41.14%	2.8	7.00%	40
	2	807.64	0.94%	0.947	3.934	3.154	41.00%	7.7	7.00%	110
	3	808.16	0.90%	1.050	5.537	4.274	40.42%	10.6	7.00%	151
	4	808.99	0.51%	1.165	5.860	4.031	40.02%	10.1	7.00%	144
N400	1	808.38	1.22%	0.962	2.226	1.314	40.36%	3.3	7.00%	47
	2	817.43	1.75%	0.880	2.834	2.222	39.94%	5.6	7.00%	79
	3	811.37	1.84%	1.001	3.279	2.276	40.75%	5.6	7.00%	80
	4	806.39	1.03%	0.915	3.526	2.854	40.35%	7.1	7.00%	101

图12

表 4

蓬松温度 220										
	加热时间 (分钟)	基重 (gsm)	COV	原样厚度 (mm)	蓬松厚度 (mm)	蓬松比	灰分	蓬松指数-1 (标准化灰分)	MS 含量	蓬松指数-2 (MS/灰分)
H1100	1	784.13	1.38%	0.927	6.152	5.64	38.33%	14.7	4.92%	299
	2	779.45	2.32%	1.060	9.928	8.37	38.19%	21.9	5.00%	438
	3	775.82	1.84%	0.965	9.308	8.65	38.30%	22.6	4.87%	464
	4	783.05	1.90%	0.885	7.982	8.02	38.20%	21.0	4.90%	428
N351	1	805.95	0.65%	0.924	2.892	2.13	41.14%	5.2	7.00%	74
	2	807.64	0.94%	0.996	6.783	5.81	41.00%	14.2	7.00%	202
	3	808.16	0.90%	1.017	7.961	6.83	40.42%	16.9	7.00%	241
	4	808.99	0.51%	1.074	8.572	6.98	40.02%	17.4	7.00%	249
N400	1	808.38	1.22%	0.878	2.711	2.09	40.36%	5.2	7.00%	74
	2	817.43	1.75%	0.898	4.049	3.51	39.94%	8.8	7.00%	126
	3	811.37	1.84%	0.915	5.466	4.98	40.75%	12.2	7.00%	174
	4	806.39	1.03%	0.992	5.879	4.93	40.35%	12.2	7.00%	174

图13

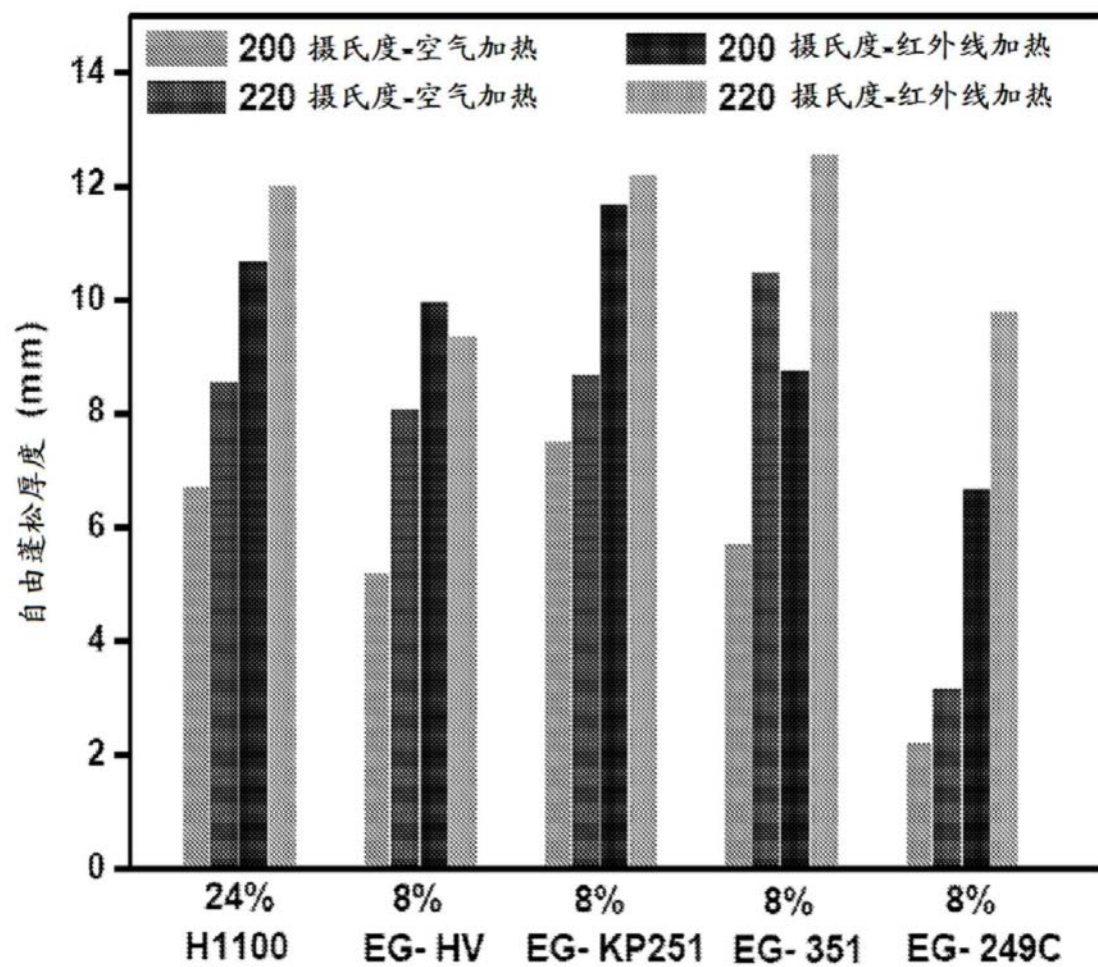


图14

表 6

样品	燃烧速率(英寸/分钟)		燃烧距离(英寸)		自熄	计时标记 之前自熄
	膨胀之前	膨胀之后	膨胀之前	膨胀之后		
对照	1.37		4		否	否
EG-249C (5%)	0.80	0.67	1.08	2.44	是	是
EG-249C (10%)	0.91	0.95	1.06	1.14	是	是
EG-249C (15%)	N/A	1.23	N/A	1.04	是	是 (立即自熄)
EG-HV (10%)	0.92	0.98	1.08	1.16	是	是

图15

表 7

样品	燃烧速率 (英寸/分钟)	燃烧距离 (英寸)	自熄	计时标记 之前自熄
略微膨胀的EG (模制厚度: 2mm, 经由对流烘箱以 200 摄氏度/2.5 分钟)				
对照 (H1100)	1.5	4.0	否	否
EG-HV (8%)	1.1	1.4	是	是
EG-KP251 (8%)	1.7	2.4	是	否
EG-351 (8%)	0.9	1.5	是	是
EG-249C (8%)	1.1	1.1	是	是
完全膨胀的EG (模制厚度: 8mm, 经由红外线烘箱以 220 摄氏度/2 分钟)				
对照 (H1100)	1.2	4.0	否	否
EG-HV (8%)	1.1	1.2	是	是
EG-KP251 (8%)	0.7	2.6	是	否
EG-351 (8%)	0.8	1.1	是	是
EG-249C (8%)	0.9	1.4	是	是

图16

表 8

加工 温度 (°C)	自由 蓬松度 (mm)	非油可燃性				油可燃性			
		2mm	4mm	6mm	8mm	2mm	4mm	6mm	8mm
200	8.10	4SE/O, SE/B	4B, SE/O	5B		5SE/O	5SE/O	5SE/O	
220	12.46	5SE/O	SE/NBR, 4B	3B, SE/NBR, SE/O	5B	5SE/O	5SE/O	5SE/O	5SE/O
240	22.97	4SE/O, SE/NBR	SE/O, 4SE/NBR	3B, 2SE/B	3B, 2SE/O	5SE/O	5SE/O	5SE/O	5SE/O

图17

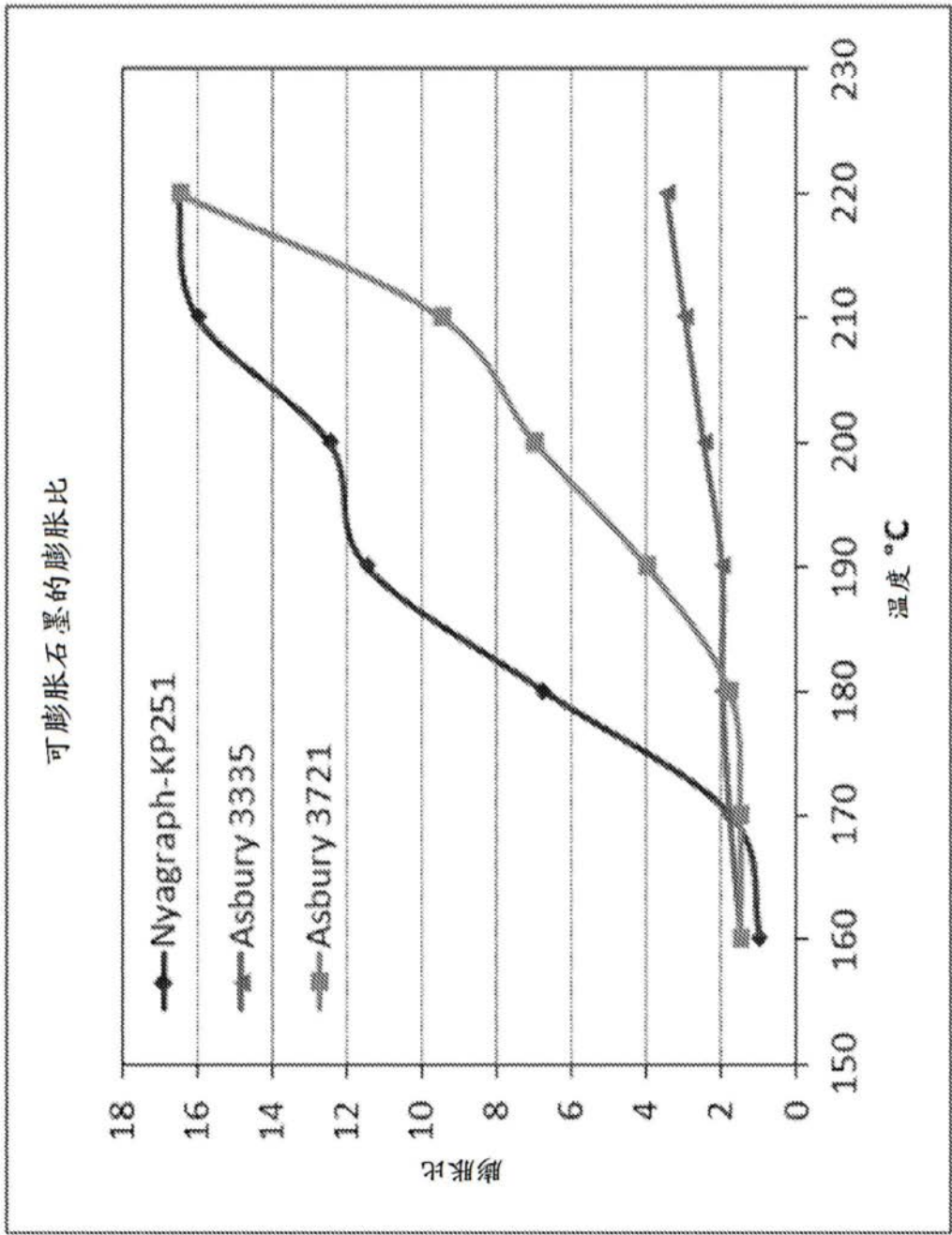


图18