



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109952182 A

(43)申请公布日 2019.06.28

(21)申请号 201780065056.7

(22)申请日 2017.10.23

(30)优先权数据

2016-209461 2016.10.26 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2019.04.19

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2017/038162 2017.10.23

(87)PCT国际申请的公布数据

W02018/079475 JA 2018.05.03

(71)申请人 东丽株式会社

地址 日本东京都

(72)发明人 畑中和洋 中川教生 棚岛英树

竹本秀博

(74)专利代理机构 北京市金杜律师事务所

11256

代理人 杨宏军 焦成美

(51)Int.Cl.

B29B 11/16(2006.01)

B32B 5/28(2006.01)

C08J 5/04(2006.01)

B29K 63/00(2006.01)

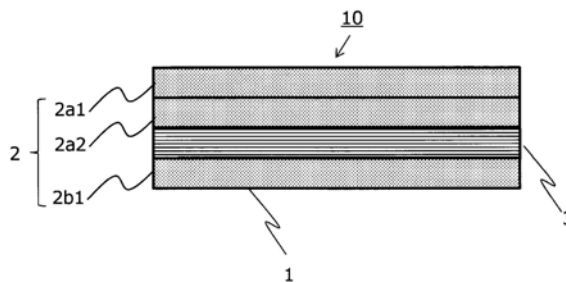
权利要求书2页 说明书14页 附图2页

(54)发明名称

预浸料坯层叠体、纤维增强复合材料及纤维增强复合材料的制造方法

(57)摘要

本发明的课题在于提供具备优异的设计面的纤维增强复合材料和纤维增强复合材料的制造方法、以及可适合地用于其的预浸料坯层叠体。本发明为预浸料坯层叠体,其至少包含树脂含浸于增强纤维的预浸料坯[a]、以及未含浸树脂的基材[b],所述预浸料坯层叠体具有连续层叠有所述预浸料坯[a]中的至少2片预浸料坯[a]的结构,所述预浸料坯层叠体包含所述基材[b]的两侧被所述预浸料坯[a]夹持而成的结构。



1. 预浸料坯层叠体,其包含树脂含浸于增强纤维的预浸料坯[a]、以及未含浸树脂的基材[b],

所述预浸料坯层叠体具有连续层叠有所述预浸料坯[a]中的至少2片预浸料坯[a]的结构,

所述预浸料坯层叠体包含所述基材[b]的两侧被所述预浸料坯[a]夹持而成的结构。

2. 如权利要求1所述的预浸料坯层叠体,其中,所述预浸料坯层叠体的至少一方的表面为设计面,所述基材[b]被层叠为从所述设计面侧起的第2层或第3层。

3. 如权利要求1或2所述的预浸料坯层叠体,其中,所述预浸料坯层叠体的至少一方的表面为设计面,所述预浸料坯层叠体具有从所述设计面侧的最外层起依次连续层叠有预浸料坯[a]、基材[b]及2片以上的预浸料坯[a]的结构。

4. 如权利要求1~3中任一项所述的预浸料坯层叠体,其中,所述基材[b]的单位面积重量为 $5\sim 100\text{g}/\text{m}^2$ 。

5. 如权利要求1~4中任一项所述的预浸料坯层叠体,其中,所述基材[b]的厚度为 $0.1\sim 1.5\text{mm}$ 。

6. 如权利要求1~5中任一项所述的预浸料坯层叠体,其中,所述基材[b]包含碳纤维或玻璃纤维,所述纤维不连续。

7. 如权利要求1~6中任一项所述的预浸料坯层叠体,其中,下文所定义的预浸料坯结构体[a1]的厚度为下文所定义的预浸料坯[a2]1片的厚度的 $0.2\sim 9$ 倍,

预浸料坯结构体[a1]:其层叠于所述基材[b]的一方的面上,为连续层叠有2片以上所述预浸料坯[a]的、由所述预浸料坯[a]形成的结构体,

预浸料坯[a2]:为层叠于所述基材[b]的另一方的面上的预浸料坯[a],其中,所述预浸料坯[a]层叠的情况下为预浸料坯[a]的层叠体。

8. 如权利要求1~7中任一项所述的预浸料坯层叠体,其中,所述基材[b]的厚度为下文所定义的预浸料坯结构体[a1]的厚度的 $0.1\sim 3.0$ 倍,

预浸料坯结构体[a1]:其层叠于所述基材[b]的一方的面上,为连续层叠有2片以上所述预浸料坯[a]的、由所述预浸料坯[a]形成的结构体。

9. 纤维增强复合材料,其使用了权利要求1~8中任一项所述的预浸料坯层叠体,将来自所述预浸料坯[a]的纤维增强复合材料层[A]的纤维体积含有率设为 V_{fA} 、将来自所述基材[b]的纤维增强复合材料层[B]的纤维体积含有率设为 V_{fB} 时,所述纤维增强复合材料具有 $V_{fA}>V_{fB}$ 的关系。

10. 如权利要求9所述的纤维增强复合材料,其中,纤维增强复合材料层[B]含有树脂,所含浸的树脂为含浸于所述预浸料坯[a]的树脂。

11. 如权利要求9或10所述的纤维增强复合材料,其中,所述纤维增强复合材料层[B]的纤维体积含有率为40%以下。

12. 如权利要求9~11中任一项所述的纤维增强复合材料,其中,存在于所述纤维增强复合材料层[B]两侧的纤维增强复合材料层[A]的纤维体积含有率分别为55%以上。

13. 如权利要求9~12中任一项所述的纤维增强复合材料,其中,所述纤维增强复合材料层[B]的孔隙含有率高于纤维增强复合材料层[A]的孔隙含有率。

14. 如权利要求9~13中任一项所述的纤维增强复合材料,其中,所述纤维增强复合材

料层[B]所包含的孔隙在沿所述预浸料坯层叠体的层叠方向的切断面中,于切断面的中央部分分布有80~100%。

15.纤维增强复合材料的制造方法,其具有将权利要求1~8中任一项的预浸料坯层叠体加热及加压、进行成型的工序。

16.如权利要求15所述的纤维增强复合材料的制造方法,其中,成型工序中还包括以-80kPa以下(表压)的压力实施的工序。

17.如权利要求15或16所述的纤维增强复合材料的制造方法,其中,加热及加压的工序中,预浸料坯[a]所包含的树脂向基材[b]中含浸。

预浸料坯层叠体、纤维增强复合材料及纤维增强复合材料的 制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及纤维增强复合材料、纤维增强复合材料的制造方法、及可适合地用于其的预浸料坯层叠体。

背景技术

[0002] 纤维增强复合材料由于强度、刚性和导电性等优异而有用。在航空器结构部件、风车的桨叶、汽车的外部装饰材料、汽车的内部装饰材料、以及1C托盘或笔记本电脑的壳体等计算机用途等中广泛展开,其需求正逐年增加。

[0003] 纤维增强复合材料例如为将以增强纤维和树脂作为必需构成要素的预浸料坯成型而成的材料。已知使用该材料的情况下,若成型前、成型中,空气、挥发成分残留于预浸料坯的树脂部分,则得到的纤维增强复合材料的表面会产生针孔、内部会产生孔隙。因此,出于减少由预浸料坯得到的纤维增强复合材料的表面的针孔、内部的孔隙的目的而提出了多种技术。

[0004] 其中之一提出了在树脂含浸于增强纤维而得的预浸料坯层之间安装未含浸树脂的基材,并将预浸料坯层叠体成型。例如,提出了将SMC(Sheet Molding Compound)成型材料和未含浸树脂的无纺布进行加压成型而提供纤维增强复合材料的技术(参见专利文献1)。另外,还提出了使未含浸树脂的纤维毡层叠于将聚丙烯等树脂含浸于增强纤维而得的预浸料坯的材料间并进行成型而得的纤维增强树脂成型品的技术(参见专利文献2)。

[0005] 上述技术中,可抑制起因于流动性的纤维的波动,其结果能够抑制在SMC成型品的表面产生凹凸。其结果,由于纤维增强复合材料的表面平滑化、层叠成型时仅为树脂的层消失从而层叠间的强度增强,从而能够提高纤维增强复合材料的剥离强度。然而,即使对纤维增强复合材料的表面施加设计也无法得到期望的设计。以下,将欲施加设计的纤维增强复合材料的表面称作设计面。

[0006] 现有技术文献

[0007] 专利文献

[0008] 专利文献1:日本特开2008-246981号公报

[0009] 专利文献2:日本特开平5-269909号公报

发明内容

[0010] 发明要解决的课题

[0011] 本发明的目的在于提供具备优异的设计面的碳纤维增强复合材料。

[0012] 用于解决课题的手段

[0013] 本发明为了达成上述目的,本发明公开了以下的方式。

[0014] 首先,作为预浸料坯层叠体,公开了以下的发明。

[0015] (1) 预浸料坯层叠体,其包含树脂含浸于增强纤维的预浸料坯[a]、以及未含浸树

脂的基材[b]，

[0016] 所述预浸料坯层叠体具有连续层叠有所述预浸料坯[a]中的至少2片预浸料坯[a]的结构，

[0017] 所述预浸料坯层叠体包含所述基材[b]的两侧被所述预浸料坯[a]夹持而成的结构。

[0018] 而且，作为上述发明的优选的方式，具有以下的方式。

[0019] (2) 如所述的预浸料坯层叠体，其中，所述预浸料坯层叠体的至少一方的表面为设计面，所述基材[b]被层叠为从所述设计面侧起的第2层或第3层。

[0020] (3) 如所述中任一项的预浸料坯层叠体，其中，所述预浸料坯层叠体的至少一方的表面为设计面，所述预浸料坯层叠体具有从所述设计面侧的最外层起依次连续层叠有预浸料坯[a]、基材[b]及2片以上的预浸料坯[a]的结构。

[0021] (4) 如所述中任一项的预浸料坯层叠体，其中，所述基材[b]的单位面积重量为 $5\sim 100\text{g}/\text{m}^2$ 。

[0022] (5) 如所述中任一项的预浸料坯层叠体，其中，所述基材[b]的厚度为 $0.1\sim 1.5\text{mm}$ 。

[0023] (6) 如所述中任一项的预浸料坯层叠体，其中，所述基材[b]包含碳纤维或玻璃纤维，所述纤维不连续。

[0024] (7) 如所述中任一项的预浸料坯层叠体，其中，下文所定义的预浸料坯结构体[a1]的厚度为下文所定义的预浸料坯[a2]1片的厚度的 $0.2\sim 9$ 倍，

[0025] 预浸料坯结构体[a1]：其层叠于所述基材[b]的一方的面上，为连续层叠有2片以上所述预浸料坯[a]的、由所述预浸料坯[a]形成的结构体，

[0026] 预浸料坯[a2]：为层叠于所述基材[b]的另一方的面上的预浸料坯[a]（其中，所述预浸料坯[a]层叠的情况下为预浸料坯[a]的层叠体。）。

[0027] (8) 如所述中任一项的预浸料坯层叠体，其中，所述基材[b]的厚度为下文所定义的预浸料坯结构体[a1]的厚度的 $0.1\sim 3.0$ 倍，

[0028] 预浸料坯结构体[a1]：其层叠于所述基材[b]的一方的面上，为连续层叠有2片以上所述预浸料坯[a]的、由所述预浸料坯[a]形成的结构体。

[0029] 而且，作为纤维增强复合材料，公开了以下的发明。

[0030] (9) 纤维增强复合材料，其使用了所述中任一项的预浸料坯层叠体，将来自所述预浸料坯[a]的纤维增强复合材料层[A]的纤维体积含有率设为 V_{fA} 、将来自所述基材[b]的纤维增强复合材料层[B]的纤维体积含有率设为 V_{fB} 时，所述纤维增强复合材料具有 $V_{fA}>V_{fB}$ 的关系。

[0031] 而且，作为上述发明的优选方式，具有以下方式。

[0032] (10) 如所述的纤维增强复合材料，其中，纤维增强复合材料层[B]含有树脂，所含浸的树脂为含浸于所述预浸料坯[a]的树脂。

[0033] (11) 如所述中任一项的纤维增强复合材料，其中，所述纤维增强复合材料层[B]的纤维体积含有率为40%以下。

[0034] (12) 如所述中任一项的纤维增强复合材料，其中，存在于所述纤维增强复合材料层[B]两侧的纤维增强复合材料层[A]的纤维体积含有率分别为55%以上。

[0035] (13) 如所述中任一项的纤维增强复合材料，其中，所述纤维增强复合材料层[B]的

孔隙含有率高于纤维增强复合材料层[A]的孔隙含有率。

[0036] (14) 如所述中任一项的纤维增强复合材料,其中,所述纤维增强复合材料层[B]所包含的孔隙在沿所述预浸料坯层叠体的层叠方向的切断面中,于切断面的中央部分分布有80~100%。

[0037] 另外,本发明公开了以下的纤维增强复合材料的制造方法。

[0038] (15) 纤维增强复合材料的制造方法,其具有将所述中任一项的预浸料坯层叠体加热及加压、进行成型的工序。

[0039] 作为纤维增强复合材料的制造方法的优选方式,具有以下方式。

[0040] (16) 所述纤维增强复合材料的制造方法,其中,在所述成型工序中还包括以-80kPa以下(表压)的压力实施的工序。

[0041] (17) 如所述中任一项的纤维增强复合材料的制造方法,其中,加热及加压的工序中,预浸料坯[a]所包含的树脂向基材[b]中含浸。

[0042] 发明的效果

[0043] 根据本发明,可得到具有优异的设计面的纤维增强复合材料。

附图说明

[0044] [图1]为本发明的一个实施方式涉及的预浸料坯层叠体的示意图。

[0045] [图2]本发明的另一个实施方式涉及的预浸料坯层叠体的示意图。

[0046] [图3]本发明的另一个实施方式涉及的预浸料坯层叠体的示意图。

[0047] [图4]本发明的另一个实施方式涉及的预浸料坯层叠体的示意图。

具体实施方式

[0048] 以下,使用附图对实施方式进行说明。需要说明的是,本发明不受附图、实施例的任何限定。

[0049] 本发明涉及的预浸料坯层叠体包含树脂含浸于增强纤维的2片以上的预浸料坯[a]、以及未含浸树脂的1片以上的基材[b]。而且,该层叠体具有连续层叠有至少2片树脂含浸于增强纤维的预浸料坯[a]的结构,且包含所述基材[b]的两侧被所述预浸料坯[a]夹持而成的结构。

[0050] 就图1所示的预浸料坯层叠体10而言,在基材[b]3的两侧配置预浸料坯[a]并使其夹持基材[b]3。在基材[b]3的上侧具有预浸料坯[a]2a2及进一步在预浸料坯[a]2a2之上具有预浸料坯[a]2a1。这样邻接配置的情况下,能够称为“连续地”。另外,基材[b]3的下侧具有预浸料坯[a]2b1。预浸料坯[a]2b1的表面成为设计面1。

[0051] 通过加压等将预浸料坯层叠体10进行压缩成型时,含浸于预浸料坯[a]的树脂向基材[b]3移动,且含浸于基材[b]3所包含的纤维之间。通过将预浸料坯[a]2a1及预浸料坯[a]2a2合计2层进行连续层叠,从而在加热、加压来制造纤维增强复合材料时,树脂由上述预浸料坯[a]向基材[b]3含浸,另外,另一方面,由于具有设计面的预浸料坯[a]2b1所包含的树脂与该预浸料坯[a]所包含的空气、挥发成分一同向基材[b]3移动,从而能够得到具有优异的设计面1的纤维增强复合材料。

[0052] 本发明所使用的预浸料坯[a]至少包含增强纤维和树脂。

[0053] 作为预浸料坯[a]所使用的增强纤维,没有特别限制,可举出以下的增强纤维。

[0054] 铝纤维、黄铜纤维、不锈钢纤维等金属纤维;

[0055] PAN系碳纤维、人造丝系碳纤维、木质素系碳纤维、沥青系碳纤维的碳纤维;

[0056] 石墨纤维;玻璃纤维;

[0057] 芳族聚酰胺纤维、PBO纤维、聚苯硫醚纤维、聚酯纤维、丙烯酸纤维、尼龙纤维、聚乙烯纤维等有机纤维;

[0058] 碳化硅纤维、氮化硅纤维等无机纤维。

[0059] 另外,也可对上述纤维实施表面处理。作为表面处理,除作为导电体的金属的被覆处理以外,还包括基于偶联剂的处理、基于上浆剂的处理、基于粘合剂的处理、添加剂的附着处理等。

[0060] 上述增强纤维可单独使用1种或也可合用2种以上。其中,从轻质化效果的观点考虑,优选使用比强度、比刚性优异的PAN系碳纤维、沥青系碳纤维、人造丝系碳纤维等碳纤维。

[0061] 另外,从提高得到的层叠体的经济性的观点考虑,优选使用较为廉价的玻璃纤维。尤其是从力学特性和经济性的平衡出发,优选合用碳纤维和玻璃纤维。

[0062] 进而,从提高得到的纤维增强复合材料的冲击吸收性、层叠体的赋形性的观点考虑,还优选使用芳族聚酰胺纤维,尤其是从力学特性和冲击吸收性的平衡出发,优选合用碳纤维和芳族聚酰胺纤维。

[0063] 另外,从提高得到的纤维增强复合材料的导电性的观点考虑,还可使用被覆镍、铜、镱等金属而得的增强纤维。其中,可更优选使用强度和弹性模量等力学特性优异的PAN系碳纤维。

[0064] 关于增强纤维的形态,连续、不连续的形态均可。若为连续形态的增强纤维,则其排列没有要求。但是为了得到轻质、耐久性处于更高水准的纤维增强复合材料,优选增强纤维为沿一个方向对齐的长纤维、机织物、丝束及粗纱等连续纤维的形态。

[0065] 作为机织物的组织,可举出平纹织物、斜纹织物、缎纹织物等。

[0066] 若为不连续形态的增强纤维,则从作为填料易于混炼的观点考虑,优选纤维长度小于15mm的增强纤维。

[0067] 另外,作为预浸料坯[a]所使用的树脂,没有特别限制,例如可举出热固性树脂、热塑性树脂。

[0068] 作为热固性树脂,可优选使用环氧树脂、酚醛树脂、乙烯基酯树脂、苯并噁嗪树脂、聚酰亚胺树脂、氧杂环丁烷树脂、马来酰亚胺树脂、不饱和聚酯树脂、尿素树脂、三聚氰胺树脂等热固性树脂等。也可使用混合有上述2种以上的树脂等。其中,从层叠体的力学特性、耐热性的观点考虑,优选环氧树脂、酚醛树脂、乙烯基酯树脂。尤其是,除从层叠体的力学特性、耐热性的观点考虑以外,还从处理性的观点考虑,更优选环氧树脂。为了显现其优异的力学特性,优选包含环氧树脂作为所使用的树脂的主成分,具体而言,优选各树脂组合物包含60质量%以上的环氧树脂。

[0069] 就环氧树脂而言,优选使用以胺类、酚醛类、具有碳-碳双键的化合物为前体的环氧树脂。

[0070] 作为环氧树脂的固化剂,若为具有可与环氧基反应的活性基团的化合物,则能够

使用该化合物。作为固化剂,具有氨基、酸酐基及叠氮基的化合物是适合的。作为固化剂,可举出例如双氰胺、二氨基二苯甲烷、二氨基二苯砜的各种异构体、氨基苯甲酸酯类、各种酸酐、酚醛novolac树脂、甲酚novolac树脂、多酚化合物、咪唑衍生物、脂肪族胺、四甲基胍、硫代尿素加成胺、甲基六氢化邻苯二甲酸酐这样的羧酸酐、羧酸酐肼、羧酸酰胺、多硫醇及三氟化硼乙胺络合物这样的路易斯酸络合物等。上述固化剂可单独使用也可合用。

[0071] 通过使用芳香族二胺作为固化剂,可得到耐热性良好的固化树脂。尤其是,为了得到耐热性良好的固化树脂,二氨基二苯砜的各种异构体最为适合。就芳香族二胺的作为固化剂的添加量而言,优选以按照化学计量计成为当量的方式进行添加,根据情况,例如通过使当量比在0.7~0.8附近,能够得到高弹性模量的固化树脂。

[0072] 另外,通过使用双氰胺和尿素化合物例如3,4-二氯苯基-1,1-二甲基脲的组合、或者咪唑类作为固化剂,可以以相对低温进行固化,同时得到高耐热耐水性。相较于胺化合物固化而言,使用酸酐进行固化可以提供吸水率低的固化树脂。此外,能够使用将上述固化剂潜在化而得的物质,例如将其微囊化而得的物质。

[0073] 环氧树脂用固化剂中,由于双氰胺和尿素化合物的组合能够于145℃以上的温度在10分钟以内固化,故而优选使用。

[0074] 另外,不限于仅为上述环氧树脂及固化剂的组成,也可以使它们的一部分进行预反应,将得到的物质配合在组合物中。该方法有时对调节粘度、提高保存稳定性有效。

[0075] 在上述热固性树脂中溶解热塑性树脂进行使用也是优选的。作为这样的热塑性树脂,通常优选主链上具有选自碳-碳键、酰胺键、酰亚胺键、酯键、醚键、碳酸酯键、聚氨酯键、硫醚键、砜键及羰基键中的键的热塑性树脂

[0076] 可以部分地具有交联结构。另外,可以为结晶性也可以为非晶性均可。若示例溶解于热固性树脂的树脂,则有聚酰胺树脂、聚碳酸酯树脂、聚缩醛树脂、聚苯醚树脂、聚苯硫醚树脂、聚芳酯树脂、聚酯树脂、聚酰胺酰亚胺树脂、聚酰亚胺树脂、聚醚酰亚胺树脂、具有苯基三甲基茛满结构的聚酰亚胺树脂、聚砜树脂、聚醚砜树脂、聚醚酮树脂、聚醚醚酮树脂、聚芳酰胺树脂、聚醚脲树脂及聚苯并咪唑树脂。

[0077] 作为热塑性树脂,可举出以下树脂。

[0078] 可为选自:

[0079] 聚乙烯树脂、聚丙烯树脂、聚丁烯树脂等聚烯烃树脂;

[0080] 聚对苯二甲酸乙二醇酯树脂、聚对苯二甲酸丁二醇酯树脂、聚对苯二甲酸丙二醇酯树脂、聚萘二甲酸乙二醇酯树脂、液晶聚酯等聚酯树脂;

[0081] 聚酰胺树脂、聚甲醛树脂;聚苯硫醚树脂等聚芳硫醚树脂;聚酮树脂、聚醚酮树脂、聚醚醚酮树脂、聚醚酮酮树脂、聚醚脲树脂;聚四氟乙烯树脂等氟系树脂、液晶聚合物树脂等结晶性树脂;

[0082] 聚苯乙烯树脂、聚碳酸酯树脂、聚甲基丙烯酸甲酯树脂、聚氯乙烯树脂、聚苯醚树脂、聚酰亚胺树脂、聚酰胺酰亚胺树脂、聚醚酰亚胺树脂、聚砜树脂、聚醚砜树脂、聚芳酯树脂等非晶性树脂;

[0083] 酚醛系树脂、苯氧树脂、以及聚苯乙烯树脂系、聚烯烃树脂系、聚氨酯树脂系、聚酯树脂系、聚酰胺树脂系、聚丁二烯树脂系、聚异戊二烯树脂系、氟系树脂、及聚丙烯脲树脂系等热塑性弹性体等、以及它们的共聚物或改性体等的热塑性树脂。

[0084] 其中,从得到的层叠体的轻质性的观点考虑,优选聚烯烃树脂,从强度的观点考虑,优选聚酰胺树脂,从表面外观的观点考虑,优选使用聚酯树脂。

[0085] 另外,在不损害本发明目的的范围,可以在含浸于预浸料坯[a]的树脂中含有弹性体或橡胶成分等耐冲击性提高剂、其他填充材料、添加剂。作为这些物质的例子,可举出无机填充材料、阻燃剂、导电性赋予剂、晶核剂、紫外线吸收剂、抗氧化剂、振动阻尼剂、抗菌剂、防虫剂、除臭剂、防着色剂、热稳定剂、脱模剂、抗静电剂、增塑剂、润滑剂、着色剂、颜料、染料、发泡剂、消泡剂、或偶联剂。

[0086] 另外,还可包含填料。作为填料,可举出碳酸钙、滑石、二氧化硅、粘土,玻璃鳞片、儿茶素、沸石、硅球、玻璃球、塞拉斯气球(Shirasu balloons)、炭黑、碳纳米管、富勒烯、石墨、金属粉末、金属箔、铁素体材料、氧化铝、钛酸钡、锆钛酸铅、硫酸钡、氧化钛、玻璃珠、氧化铝、氧化锑、水滑石、红磷、碳酸锌、氧化钙等。其中,从成型性的观点考虑,优选包含连续的增强纤维的中间基材。

[0087] 就预浸料坯层叠体所使用的基材[b]而言,从成型时树脂易于含浸的观点考虑,优选包含纤维。

[0088] 作为能够在基材[b]中使用的纤维,可举出以下纤维。

[0089] 铝纤维、黄铜纤维、不锈钢纤维等金属纤维;

[0090] PAN系碳纤维、人造丝系碳纤维、木质素系碳纤维、沥青系碳纤维的碳纤维;石墨纤维、玻璃纤维;

[0091] 芳族聚酰胺纤维、PBO纤维、聚苯硫醚纤维、聚酯纤维、丙烯酸纤维、尼龙纤维、聚乙烯纤维等有机纤维;

[0092] 碳化硅纤维、氮化硅纤维等无机纤维。

[0093] 另外,也可对上述纤维实施表面处理。作为表面处理,除作为导电体的金属的被覆处理以外,还具有基于偶联剂的处理、基于上浆剂的处理、基于粘合剂的处理、添加剂的附着处理等。另外,上述增强纤维可单独使用1种也可合用2种以上。其中,从轻质化效果的观点考虑,优选使用比强度、比刚性优异的PAN系碳纤维、沥青系碳纤维、人造丝系碳纤维等碳纤维。

[0094] 另外,从提高得到的预浸料坯层叠体的经济性的观点考虑,优选使用比较廉价的玻璃纤维,尤其是,从力学特性和经济性的平衡出发,优选合用碳纤维和玻璃纤维。

[0095] 进而,从提高得到的纤维增强复合材料的冲击吸收性、层叠体的赋形性的观点考虑,优选使用芳族聚酰胺纤维,尤其是,从力学特性和冲击吸收性的平衡出发,优选合用碳纤维和芳族聚酰胺纤维。另外,从提高得到的纤维增强复合材料的导电性的观点考虑,还可使用被覆镍、铜、镱等金属而得的增强纤维。其中,可更优选使用强度和弹性模量等力学特性优异的PAN系碳纤维,从提高得到的层叠体的经济性的观点考虑,可更优选使用玻璃纤维。

[0096] 基材[b]为树脂未含浸的基材即可,作为形态,可举出例如无纺布、机织物、针织物、毡。

[0097] 作为机织物的组织,可举出平纹织物、斜纹织物、缎纹织物等。

[0098] 基材[b]优选为包含碳纤维或玻璃纤维的基材。进而,纤维优选为不连续的纤维。就包含碳纤维的基材而言,强度、弹性模量优异,另外,就包含玻璃纤维的基材而言,可得到

经济性优异的纤维增强复合材料。若为纤维不连续的基材,由于可在大范围内调整基材的厚度,从而能够调整所得到的纤维增强复合材料的厚度,故而优选。

[0099] 另外,从可抑制所得到的纤维增强复合材料的设计面的针孔的观点考虑,优选预浸料坯层叠体为如下构成:预浸料坯层叠体的至少一方的表面为设计面1,预浸料坯[a]层叠于设计面1的一侧的最外层以及层叠至第2层或第3层。

[0100] 如图1、图2所示,通过制成从设计面1配置预浸料坯[a]2b1、接着配置基材[b]3而得的预浸料坯层叠体10,成为设计面1的预浸料坯[a]2b1的空气、挥发成分与树脂一同向基材[b]3含浸、移动。其结果,可得到纤维增强复合材料的优异的设计面。即,从可抑制得到的纤维增强复合材料的设计面的针孔的观点考虑,优选预浸料坯层叠体的至少一方的表面为设计面,且从设计面侧按照如下顺序配置:依次为预浸料坯[a]、基材[b]、以及2片以上预浸料坯[a]连续层叠的结构。

[0101] 可参见图3、图4。从设计面依次配置预浸料坯[a]2b2、预浸料坯[a]2b1,使预浸料坯[a]成为2层。进一步在预浸料坯[a]2b1上配置基材[b]3从而能够制成预浸料坯层叠体10。层叠工序并不复杂,另外,提供设计面1的预浸料坯[a]2b1中的空气、挥发成分与树脂一同向基材[b]3浸出,因此可得到纤维增强复合材料的优异的设计面1,从该观点考虑优选。

[0102] 进而,如图4所示,在基材[b]3上进一步依次层叠预浸料坯[a]2a2及预浸料坯[a]2a1,预浸料坯[a]的整体层叠数多的预浸料坯层叠体10也为优选的方式。在图4的预浸料坯层叠体10中,成为在基材[b]3的单侧依次配置预浸料坯[a]2a2、预浸料坯[a]2a1,在另一侧依次配置预浸料坯[a]2b1、预浸料坯[a]2b2的结构。

[0103] 另外,预浸料坯层叠体所使用的基材[b]的单位面积重量优选为 $5\sim 100\text{g}/\text{m}^2$ 。由此,能够同时实现预浸料坯层叠体的成型性的提高和纤维增强复合材料的设计性。更优选为 $5\sim 80\text{g}/\text{m}^2$ 、进一步优选为 $5\sim 50\text{g}/\text{m}^2$ 、进一步优选为 $5\sim 35\text{g}/\text{m}^2$ 。

[0104] 单位面积重量小的情况下,有时得到的纤维增强复合材料的设计面的针孔增多,大于 $100\text{g}/\text{m}^2$ 时,成型中的树脂向基材[b]的含浸变得不充分,从而有时得到的纤维增强复合材料的力学特性会出现问题。

[0105] 另外,本发明的预浸料坯层叠体所包含的基材[b]的厚度优选为 $0.1\sim 1.5\text{mm}$ 的范围内。由此,能够同时实现树脂向基材[b]的含浸性和纤维增强复合材料的设计性。更优选为 $0.1\sim 1\text{mm}$ 、进一步优选为 $0.1\sim 0.5\text{mm}$ 。厚度小于 0.1mm 的情况下,有时得到的纤维增强复合材料的设计面上针孔会变多,大于 1.5mm 时,有时得到的纤维增强复合材料的力学特性会出现问题。

[0106] 另外,就预浸料坯层叠体而言,优选下文所定义的预浸料坯结构体[a1]的厚度为下文所定义的预浸料坯[a2]1片的厚度的 $0.2\sim 9$ 倍。

[0107] 预浸料坯结构体[a1]:其层叠于所述基材[b]的一方的面上,为连续层叠有2片以上所述预浸料坯[a]的、由所述预浸料坯[a]形成的结构体,

[0108] 预浸料坯[a2]:为层叠于所述基材[b]的另一方的面上的预浸料坯[a](其中,所述预浸料坯[a]层叠的情况下为预浸料坯[a]的层叠体)。

[0109] 基于该厚度的比率,能够同时实现向基材[b]3的含浸性和纤维增强复合材料的设计性。更优选为 $0.5\sim 5$ 倍、进一步优选为 $1\sim 3$ 倍。

[0110] 另外,就预浸料坯层叠体10而言,基材[b]的厚度优选为所述预浸料坯结构体[a1]

的厚度的0.1~3.0倍。由此,能够同时实现向基材[b]3的含浸性和纤维增强复合材料的设计性。更优选为0.2~2倍、进一步优选为0.5~1倍。

[0111] 另外,作为预浸料坯层叠体预浸料坯[a],还可使用2种以上不同组成的物质。能够根据纤维增强复合材料所要求的力学特性、纤维增强复合材料的厚度等来设计预浸料坯层叠体。

[0112] 预浸料坯层叠体包含连续层叠有2片以上将树脂含浸于增强纤维的预浸料坯[a]而得的结构,由此即使通过成型操作,树脂由预浸料坯[a]含浸于基材[b]后,孔隙含有率也低,其结果可成为具有强度等优异的力学特性的纤维增强复合材料。另外,该材料具有针孔少的设计面。

[0113] 另一方面,为不层叠含有树脂的预浸料坯,而将“包含树脂的预浸料坯”和“未含浸树脂的基材”交互层叠而得的层叠体的情况下,由于预浸料坯中所含的树脂向基材含浸而供给,因此纤维增强复合材料的纤维体积含有率增高,从而孔隙含有率易于增高。另外,有时设计面也依然会产生针孔。

[0114] 通常,预浸料坯层叠体可根据成为目标的纤维增强复合材料的力学特性、厚度等将预浸料坯层叠而得到。使用单向预浸料坯的情况下,由于纤维增强复合材料显现各向异性,能够采取进行准各向同性层叠等的对策。

[0115] 接着,对本发明的纤维增强复合材料进行说明。该纤维增强复合材料均包含来自将树脂含浸于增强纤维的预浸料坯[a]的纤维增强复合材料层[A]、来自树脂未含浸于基材[b]的纤维增强复合材料层[B]。

[0116] 就本发明的纤维增强复合材料的纤维增强复合材料层[A]而言,预浸料坯[a]的树脂发生固化或凝固。

[0117] 就本发明的纤维增强复合材料的纤维增强复合材料层[B]而言,处于预浸料坯[a]中的一部分树脂向基材[b]含浸,其中树脂发生固化或凝固。

[0118] 就本发明涉及的纤维增强复合材料而言,将纤维增强复合材料层[A]的平均纤维体积含有率设为 VfA 、将纤维增强复合材料层[B]的纤维体积含有率设为 VfB 时,优选具有 $VfA > VfB$ 的关系。

[0119] 进而,从纤维增强复合材料的设计性的观点出发,优选 VfA 为55%以上、 VfB 为40%以下。

[0120] 另外,在本发明的纤维增强复合材料中,含浸于纤维增强复合材料层[B]的树脂为含浸于预浸料坯[a]的树脂。由此,成型中,设计面的预浸料坯[a]中含有的空气、挥发成分与树脂一同向基材[b]移动,从而可得到优异的设计面的纤维增强复合材料。

[0121] 本发明的纤维增强复合材料中,夹持纤维增强复合材料层[B]的两侧的纤维增强复合材料层[A]的纤维体积含有率均优选为55~90%。由此,纤维增强复合材料的力学特性及设计性优异。优选为60~90%、进一步优选为70~80%。若纤维体积含有率小,则纤维增强复合材料层[A]所包含的树脂层增多,空气、挥发成分不易向纤维增强复合材料层[B]移动,从而有时无法充分达成纤维增强复合材料的设计性。

[0122] 另外,从处于预浸料坯中的树脂的含浸性的观点考虑,优选纤维增强复合材料层[B]的纤维体积含有率为1~40%。进一步优选为2~30%、进一步优选为2~10%。

[0123] 在本发明的纤维增强复合材料中,从提高纤维增强复合材料的设计性的观点考

虑,优选纤维增强复合材料层[B]的孔隙含有率高于纤维增强复合材料层[A]各层的孔隙含有率的平均值。

[0124] 另外,优选纤维增强复合材料层[B]的孔隙在沿预浸料坯[a]及基材[b]的层叠方向的切断面中,于纤维增强复合材料层[B]的中央部分分布有80~100%。这是由于所得到的纤维增强复合材料中的各层间的接着性提高的缘故。

[0125] 接着,对本发明的纤维增强复合材料的制造方法进行说明。本发明的纤维增强复合材料的制造方法具有将上文说明的预浸料坯层叠体加热及加压、进行成型的工序。

[0126] 在本发明的纤维增强复合材料的制造方法中,在形成预浸料坯层叠体的工序及使预浸料坯[a]所包含的树脂向基材[b]含浸、成型的工序中,优选包括进一步在减压下进行的工序。这是由于得到的纤维增强复合材料的设计性优异的缘故。通过减压,残留于预浸料坯层叠体的设计面附近的空气、挥发成分被除去。其结果能够得到具有更加优异的设计面的纤维增强复合材料。减压下是指表压标注中为-80kPa以下的压力,优选为-90kPa以下、进一步优选为-95kPa以下。

[0127] 另外,在本发明的纤维增强复合材料的制造方法中,使预浸料坯[a]所包含的树脂向基材[b]含浸时,优选所述树脂所包含的空气、挥发成分向基材[b]移动。由此,能够得到针孔少的、具有优异的设计面的纤维增强复合材料。

[0128] 作为本发明的纤维增强复合材料的制造方法,可举出例如使用成型模具的加压成型、真空袋模成型、高压釜成型等。其中,从可得到具有优异的设计面的纤维增强复合材料的观点出发,优选基于高压釜成型的制造方法。高压釜成型的成型压力优选为0.1MPa~1.0MPa,从能够除去设计面的针孔的观点出发,进一步优选为0.3MPa~0.6MPa。另外,高压釜成型的成型温度需要根据预浸料坯中使用的树脂的固化温度来设定,通常为100℃~200℃的范围。

[0129] 可对所得到的纤维增强复合材料的设计面实施透明涂装、有色涂装等涂装处理、及膜的粘贴等。由于为具有针孔少的设计面的纤维增强复合材料,因此本发明中利用涂装处理可显现显著的效果。

[0130] 作为相关的本发明的纤维增强复合材料的用途,可举出以下用途。

[0131] 电脑、显示器、OA设备、手机、移动信息终端、传真机、微型光盘、便携式MD、便携式收录机、PDA(电子记事本等移动信息终端)、摄像机、数码摄像机、光学仪器、音频设备、空调、照明仪器、娱乐用品、玩具用品、其他家电产品等的壳体、托盘、底盘、内部装饰构件、或其箱体等电气、电子设备部件

[0132] 支柱、面板、增强材料等土木、建材用部件。各种构件、各种框、各种铰接部、各种臂、各种车轮、各种车轮用轴承、各种梁、传动轴、车轮、齿轮箱等悬挂构件、加速器、或转向部件。

[0133] 车篷(hood)、车顶、车门、挡泥板、后备箱盖、侧板、后围板、后围上盖板、车身前部、车身底板、各种支柱、各种构件、各种框、各种梁、各种支架、各种导轨、各种铰接部等外板或主体部件。

[0134] 减震器、减震器梁、分离带、下盖、发动机罩(engine cover)、整流板、阻流板、车颈通风板、空气动力学套件等外部装饰部件。

[0135] 仪表板、座椅框架、门饰板、支柱装饰、手柄、各种组件等的内部装饰部件。

[0136] 电动机部件、CNG箱、汽油箱、燃料泵、进气口、进气歧管、化油器主体、汽化器衬垫、各种配管、各种阀等燃料系统用、排气系统用、或吸气系统用的汽车、二轮车用结构部件。

[0137] 交流发电机终端、交流发电机连接器、IC调节器、调光器用电位计底座 (potentiometer bases)、发动机冷却水接合处、空调用恒温器底座、暖气热风流量控制阀、散热器电动机用刷握、涡轮叶片、雨刮器电机相关部件、分配器、起动机开关、起动继电器、风窗清洗器喷嘴、空调面板开关基板、燃料相关电磁阀用线圈、蓄电池座盘、AT托架、前照灯支架、踏板护罩、防护装置、喇叭终端、步进马达转子、灯座、灯光反射器、灯罩、制动活塞、防噪罩、备胎罩、螺线管、发动机滤油器、点火装置盒、防擦板、仪表板 (fascias) 等汽车用及二轮车用的各种部件。

[0138] 起落架舱、小翼、阻流板、边缘部、方向舵、升降舵、减振器、肋等航空器用部件。

[0139] 从力学特性的观点考虑,优选用于汽车的内外装饰、电气·电子设备壳体、自行车、体育用品用结构材料、航空器内部装饰材料、运输用箱体

[0140] 实施例

[0141] 以下,通过实施例对本发明进行更具体的说明。

[0142] 另外,本发明并不限于这些实施例。

[0143] <树脂含浸于增强纤维的预浸料坯[a]>

[0144] • 作为预浸料坯[a]的预浸料坯A的制造方法如下所示。

[0145] [环氧树脂组合物]

[0146] 在混炼装置中,于35质量份的“jER”(注册商标)4007P (Japan Epoxy Resins株式会社制)、35质量份的三缩水甘油基对氨基苯酚 (“Araldite”(注册商标)MY0510 (Huntsman Advanced Materials社制)) 和30质量份的双酚F型环氧树脂 (“EPICLON”(注册商标)830 (DIC株式会社制)) 中配合3质量份的“VINYLEC”(注册商标)PVF-K (聚乙烯醇缩甲醛) (Chisso株式会社制)),将热塑性树脂 (PVF-K) 溶解于环氧树脂中。其后,将5质量份作为固化剂的双氰胺 (固化剂,DICY-7,三菱化学株式会社制)、以及3质量份作为固化辅助剂的DCMU99 (3-(3,4-二氯苯基)-1,1-二甲基脲、固化促进剂 (Hodogaya Chemical株式会社制)) 进行混炼,制作环氧树脂组合物。

[0147] [碳纤维A]

[0148] 对由99摩尔%的丙烯腈和1摩尔%的衣康酸形成的共聚物进行纺丝、煅烧,得到总纤维数为3,000根、比重为1.8、线束拉伸强度为3.5GPa、线束拉伸弹性模量为230GPa的碳纤维。接着,将浓度为0.05摩尔/L的硫酸水溶液作为电解质,以相对于每1g碳纤维为3库仑的电量对该碳纤维进行电解表面处理。对实施了上述电解表面处理的碳纤维继续进行水洗,在150℃的温度的加热空气中进行干燥,得到作为原料的碳纤维。然后,将“jER(注册商标)”825 (Japan Epoxy Resins株式会社制) 混合在丙酮中,得到均匀溶解的约1质量%的丙酮溶液。使用该丙酮溶液,利用浸渍法涂布在经表面处理过的碳纤维上,然后于210℃的温度进行180秒的热处理,得到上浆剂涂布碳纤维。上浆剂的附着量以相对于100质量份的经表面处理过的碳纤维成为0.5质量份的方式进行调整。

[0149] [预浸料坯A的制造方法]

[0150] 使用刮刀涂布机将制备的环氧树脂组合物涂布于脱模纸上,制作2片66g/m²的树脂膜。另一方面,制成碳纤维A为片状其且以斜纹织物的双向交叉排列的、单位面积重量为

198g/m²的碳纤维片A。从碳纤维片A的两面重叠上述制作的2片树脂膜,利用加热加压使树脂含浸,制作基质树脂的质量分率为40.0%、单位面积重量为330g/m²、厚度为0.22mm的交叉状预浸料坯。

[0151] <树脂未含浸的基材[b]>

[0152] 准备作为基材[b]的以下的基材A、B及C。

[0153] • 基材A:“Torayca(注册商标)”cross C06151B(东丽株式会社制)(单位面积重量:92g/m²,厚度:0.11mm)

[0154] • 基材B:“Torayca(注册商标)”cross C06343B(东丽株式会社制))(单位面积重量:198g/m²,厚度:0.25mm)

[0155] • 基材C:表面毡,FC-30S(Central Glass Fiber株式会社制))(单位面积重量:30g/m²,厚度:0.23mm)

[0156] 实施例中使用的预浸料坯[a]、基材[b]或纤维增强复合材料的纤维体积含有率的测定方法、纤维增强复合材料的孔隙含有率的测定方法、纤维增强复合材料层[B]的孔隙分布的测定方法、及设计面的针孔的测定方法如下所示。只要没有特殊情况,实施例的预浸料坯层叠体及纤维增强复合材料的制作环境及评价在温度25℃±2℃、相对湿度50%的气氛下进行。

[0157] (1) 纤维增强复合材料中的纤维增强复合材料层[A]及纤维增强复合材料层[B]的纤维体积含有率

[0158] 由各实施例中得到的纤维增强复合材料在与层叠方向垂直的面内方向上切下长20mm×宽20mm的样品,对其截面进行研磨,然后利用激光显微镜(KEYENCE VK-9510)将截面放大200倍以上,以2层以上可纳入视野内的方式拍摄照片。由同样的操作对各层随机选择10个位置,测定各层的厚度。由各层的厚度、纤维的单位面积重量和纤维比重求出各层的纤维体积含有率。求出试样所具有的纤维增强复合材料层[A]的纤维体积含有率的平均值、纤维增强复合材料层[B]的平均值。上述操作以合计6试样进行,将6个试样的平均值作为纤维体积含有率。

[0159] (2) 纤维增强复合材料的孔隙含有率

[0160] 使用与(1)同样的条件,对长20mm×宽20mm的样品拍摄截面照片。由拍摄的各层的照片实施孔隙部分及其以外的部分的二值化处理,算出纤维增强复合材料的孔隙含有率。

[0161] (3) 纤维增强复合材料层[B]的孔隙分布

[0162] 使用与(1)同样的条件,对实施例得到的纤维增强复合材料拍摄截面照片,检查纤维增强复合材料的内部的孔隙。将纤维增强复合材料层[B]的切断面的中央部分,分布有切断面全体的孔隙面积的80~100%的情况设为A,将孔隙于中央部分分布小于80%的情况设为B。在此,切断面的中央部分表示将切断面整体的总面积的形状缩小为80%的、包含重心的总面积的80%的面积部分。

[0163] (4) 设计面的针孔

[0164] 将(1)中制作的纤维增强复合材料切下长100mm×宽100mm。目视得到的样品,检查设计面的针孔。作为判定基准,将针孔数为10个以下的情况设为A⁺,将11个以上且30个以下的情况设为A,将31个以上的情况设为B。

[0165] (实施例1)

[0166] 如表1所示,作为预浸料坯[a]的材料使用预浸料坯A,作为基材[b]使用基材A,从设计面开始依次层叠预浸料坯A、基材A、第1预浸料坯A及第2预浸料坯A这4层,制作预浸料坯层叠体。处于设计面的预浸料坯A相当于本发明中提到的预浸料坯结构体[a2],由第1预浸料坯A及第2预浸料坯A形成的层叠结构相当于预浸料坯[a1]结构体。

[0167] 使用得到的预浸料坯层叠体,利用高压釜在130℃的温度2小时、0.5MPa的压力下、升温速度1.6℃/分钟的条件下进行成型,制作纤维增强复合材料。纤维增强复合材料的纤维体积含有率、纤维增强复合材料的孔隙含有率、纤维增强复合材料层[B]的孔隙分布、及设计面针孔的测定结果如表1所示。

[0168] (实施例2及3)

[0169] 将基材[b]的材料变更为如表1所示的材料,除此以外,与实施例1同样地制作预浸料坯层叠体。制作的预浸料坯层叠体的测定结果如表1所示。

[0170] (实施例4~6)

[0171] 作为预浸料坯[a]的材料,使用预浸料坯A,作为基材[b]使用基材A,从设计面开始以表1所示的顺序、制作由多个预浸料坯A及基材A构成的预浸料坯层叠体。测定结果如表1所示。

[0172] (比较例1~4)

[0173] 作为预浸料坯[a]的材料使用预浸料坯A,作为基材[b]使用基材B或基材C,从设计面开始以表1所示的顺序、制作由多个预浸料坯A及基材B或C构成的预浸料坯层叠体。需要说明的是。比较例1中,不使用树脂未含浸的基材[b]。测定结果如表2所示。

[0174] [表1A]

[0175]

实施例	预浸料坯层叠体							
	预浸料坯[a]		基材[b]			从设计面开始的层叠构成	预浸料坯结构体[a1]/预浸料坯[a2]的厚度比	基材[b]的厚度/(连续层叠2片以上预浸料坯[a]的预浸料坯的厚度之和)
	材料	厚度(mm)	材料	单位面积重量(g/m ²)	厚度(mm)			
1	预浸料坯A	0.22	基材A	92	0.11	预浸料坯A/基材A/预浸料坯A/预浸料坯A	2	0.25
2	预浸料坯A	0.22	基材B	198	0.25	预浸料坯A/基材B/预浸料坯A/预浸料坯A	2	0.57
3	预浸料坯A	0.22	基材C	30	0.23	预浸料坯A/基材C/预浸料坯A/预浸料坯A	2	0.52
4	预浸料坯A	0.22	基材A	92	0.11	预浸料坯A/基材A/预浸料坯A/预浸料坯A/预浸料坯A	3	0.17
5	预浸料坯A	0.22	基材A	92	0.11	预浸料坯A/预浸料坯A/基材A/预浸料坯A	2	0.25
6	预浸料坯A	0.22	基材A	92	0.11	预浸料坯A/预浸料坯A/基材A/预浸料坯A/预浸料坯A	1	0.25

[0176] [表1B]

[0177]

实 施 例	纤维增强复合材料							
	纤维体积含有率（%）			孔隙含有率（%）			纤维增强 复合材料 层[B]的 孔隙分布	设计 面针 孔
	VfA		VfB	夹持基材[b]的 纤维增强复合 材料层[A]（2 层的平均值）	未邻接于基 材[b]的纤维 增强复合材 料层[A]	纤维增 强复合 材料层 [B]		
	夹持基材[b]的 纤维增强复合 材料层[A]（2 层的平均值）	未邻接于基 材[b]的纤维 增强复合材 料层[A]	纤维增 强复合 材料层 [B]					
1	64.7	61.1	46.5	0.9	1.1	3.5	A	A
2	64.7	61.1	44	0.7	1.2	3.3	A	A
3	68.8	62.9	6.9	0.8	1.1	2.5	A	A ⁺
4	64.7	61.1 （2层的平 均值）	46.5	0.7	1.3 （2层的平 均值）	3.5	A	A
5	64.7	61.1	46.5	0.7	1.4	3.8	A	A
6	64.7	61.1 （2层的平 均值）	46.5	0.6	1.2 （2层的平 均值）	3.7	A	A

[0178] [表2A]

[0179]

比 较 例	预浸料坯层叠体					
	预浸料坯[a]		基材[b]			从设计面开始的层叠构成
	材料	厚度 (mm)	材料	单位面积重量 (g/m ²)	厚度 (mm)	
1	预浸料坯 A	0.22	-	-	-	预浸料坯 A/预浸料坯 A/ 预浸料坯 A/预浸料坯 A
2	预浸料坯 A	0.22	基材 B	198	0.25	预浸料坯 A/基材 B/

[0180]

						预浸料坯 A/基材 B/ 预浸料坯 A
3	预浸料坯 A	0.22	基材 B	198	0.25	预浸料坯 A/基材 B/基材 B/ 预浸料坯 A/基材 B/基材 B/ 预浸料坯 A
4	预浸料坯 A	0.22	基材 C	30	0.23	预浸料坯 A/基材 C/ 预浸料坯 A/基材 C/ 预浸料坯 A

[0181] [表2B]

[0182]

比较例	纤维增强复合材料							
	纤维体积含有率（%）			孔隙含有率（%）			纤维增强复合材料层[B]的孔隙分布	设计面针孔
	VfA		VfB 纤维增强复合材料层[B]	处于外侧的纤维增强复合材料层[A]	处于内部的纤维增强复合材料层[A]	纤维增强复合材料层[B]		
	处于外侧的纤维增强复合材料层[A]	处于内部的纤维增强复合材料层[A]						
1	61.1 （2层的平均值）	61.1 （2层的平均值）	-	1.1 （2层的平均值）	1.1 （2层的平均值）	-	B	B
2	79.5 （2层的平均值）	66.8	43.8 （2层的平均值）	4.5 （2层的平均值）	3.2	3.3	B,B （2层观察）	B
3	85.2 （2层的平均值）	67.2	43.8 （4层的平均值）	5.8 （2层的平均值）	4.7	4.1	B,B,B,B （4层观察）	B
4	80.5 （2层的平均值）	68.8	7.2 （2层的平均值）	5.1 （2层的平均值）	2.8	2.5	B,B （2层观察）	B

[0183] 通过实施例1~6与比较例1~4的对比可知,本发明的纤维增强复合材料具有优异的设计面。其原因在于,树脂由预浸料坯向树脂未含浸的基材含浸时,成为设计面的针孔的原因的空气、挥发成分也向树脂未含浸的基材移动。另外,由于本发明的纤维增强复合材料的孔隙含有率低,从而能够期待力学特性也优异。

[0184] 产业上的可利用性

[0185] 根据本发明,由于可得到具备优异的设计面的纤维增强复合材料,从而能够广泛应用于网球拍、高尔夫球杆等体育用品、减震器、车门等汽车的外部装饰材料、底盘、前侧构件等汽车的结构材料、或转向装置、仪表罩等汽车的内部装饰材料、航空器结构部件、风车的桨叶或IC托盘、笔记本电脑的壳体(外壳)等计算机用途等,是有用的。

[0186] 符号说明

[0187] 1:设计面

[0188] 2:预浸料坯[a]的组

[0189] 2a1、2a2、2a3、2b1及2b2:预浸料坯[a]

[0190] 3:基材[b]

[0191] 10:预浸料坯层叠体

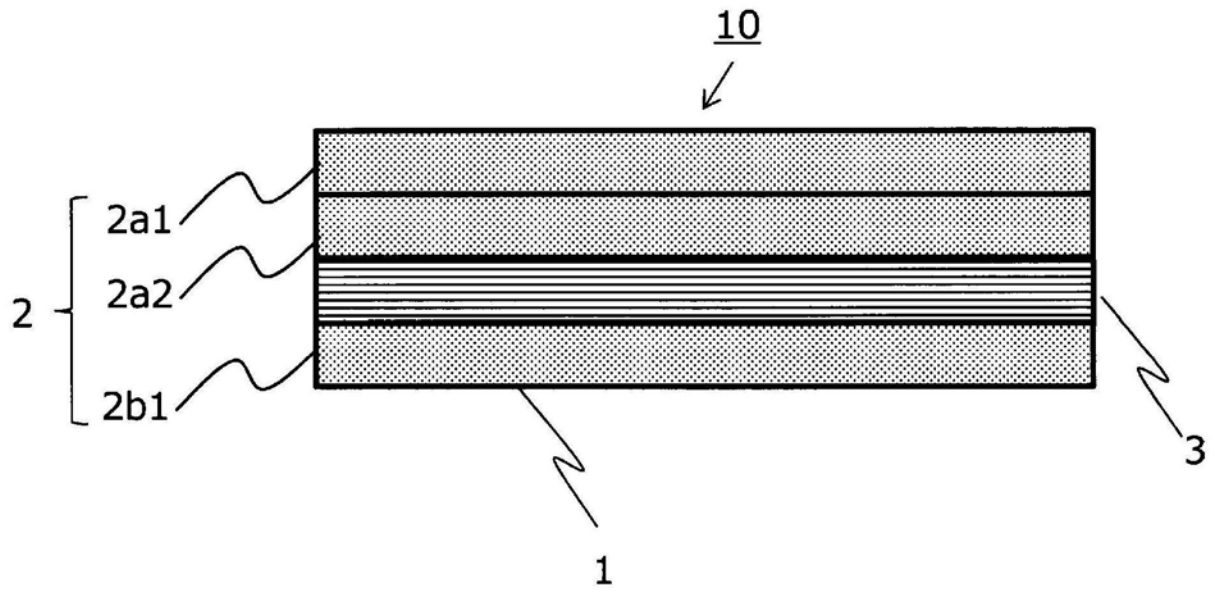


图1

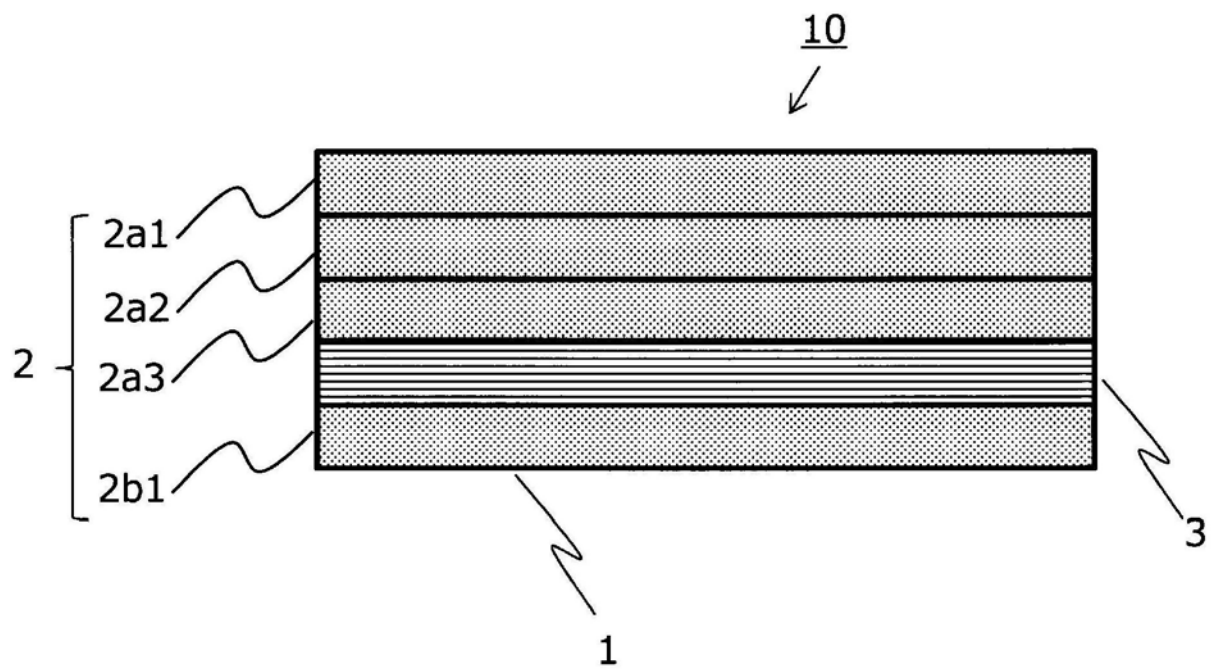


图2

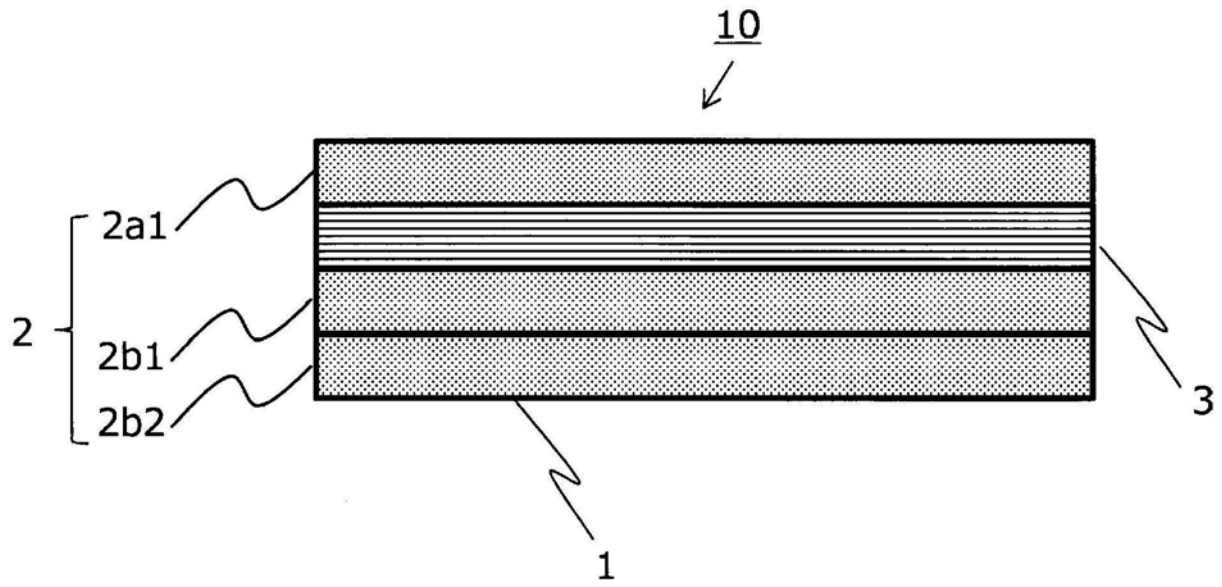


图3

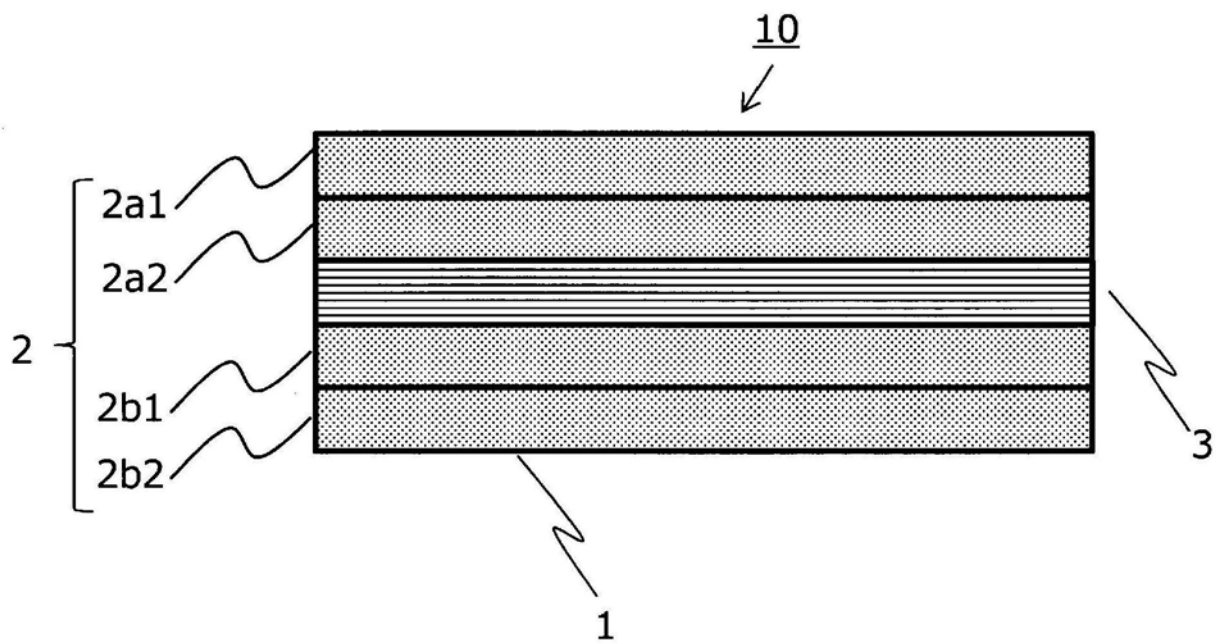


图4