



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114616090 B

(45) 授权公告日 2024. 04. 05

(21) 申请号 202080075938.3

(22) 申请日 2020.11.05

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 114616090 A

(43) 申请公布日 2022.06.10

(30) 优先权数据
2019-203907 2019.11.11 JP
2019-203908 2019.11.11 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2022.04.28

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2020/041312 2020.11.05

(87) PCT国际申请的公布数据
W02021/095623 JA 2021.05.20

(73) 专利权人 东丽株式会社
地址 日本东京都

(72) 发明人 佐藤将之

(74) 专利代理机构 北京市金杜律师事务所
11256

专利代理师 杨宏军

(51) Int.Cl.
B29C 70/06 (2006.01)
B32B 27/02 (2006.01)
B32B 27/34 (2006.01)
B32B 27/12 (2006.01)
B32B 3/08 (2006.01)

(56) 对比文件
CN 103119209 A, 2013.05.22
CN 108291044 A, 2018.07.17
CN 109715385 A, 2019.05.03
EP 3018293 A1, 2016.05.11
JP 2001064406 A, 2001.03.13
JP H09207236 A, 1997.08.12

审查员 唐甜甜

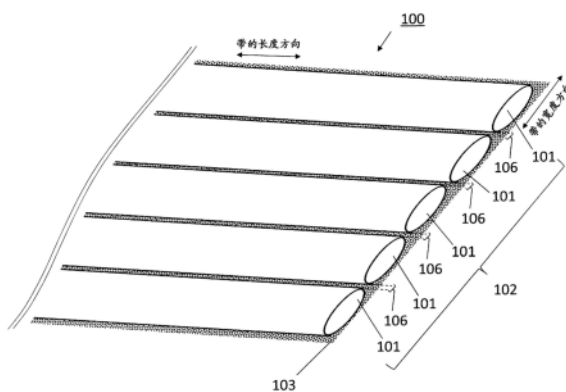
权利要求书2页 说明书16页 附图11页

(54) 发明名称

碳纤维带材料、以及使用其的增强纤维层叠体及成型体

(57) 摘要

碳纤维带材料,其对模具的追随性及基体树脂的含浸性良好,并且,在利用纤维铺放法来制造增强纤维层叠体时能够提高生产率,能够提供含浸树脂而成型时具有高力学强度的成型体,将碳纤维束组与布料一体化而成的,碳纤维束组是将多根碳纤维束与纤维取向方向平行地排列而得的,特征在于满足下述(a)~(c)。(a)上述布料由1种或多种热塑性树脂构成(b)上述碳纤维带材料中除布料外的单位面积重量在120g/m²~400g/m²之间(c)在上述布料的至少一个方向上对上述布料施加80mN/50mm的载荷时的布料伸长率E_p(%)为5%~100%; $E_p = [(L_1 - L_0) / L_0] \times 100$;布料伸长率(%)L₀:初始的印记间的布料长度(mm)L₁:赋予载荷时的布料长度(mm)。



1. 碳纤维带材料,其是使碳纤维束组与布料一体化而成的,所述碳纤维束组是将多根碳纤维束与纤维取向方向平行地排列而得的,所述碳纤维带材料的特征在于,满足下述(a)~(c),

(a) 所述布料由1种或多种热塑性树脂构成;

(b) 所述碳纤维带材料中除布料外的单位面积重量在 $120\text{g}/\text{m}^2 \sim 400\text{g}/\text{m}^2$ 之间;

(c) 在所述布料的至少一个方向上,对所述布料施加 $80\text{mN}/50\text{mm}$ 的载荷时的布料伸长率 E_p (%)为 $5\% \sim 100\%$,

$$E_p = [(L_1 - L_0) / L_0] \times 100$$

E_p : 布料伸长率(%),

L_0 : 初始的印记间的布料长度(mm),

L_1 : 赋予载荷时的布料长度(mm)。

2. 如权利要求1所述的碳纤维带材料,其特征在于,所述布料具有规则性,具有规则性是指一定的组织形态在布料的长度方向上连续地重复。

3. 如权利要求1或2所述的碳纤维带材料,其特征在于,在碳纤维束间设有 $0.1\text{mm} \sim 1\text{mm}$ 的间隙。

4. 如权利要求1或2所述的碳纤维带材料,其特征在于,所述碳纤维带材料的带宽度为 $2\text{mm} \sim 2000\text{mm}$ 。

5. 如权利要求1或2所述的碳纤维带材料,其特征在于,所述碳纤维束组与所述布料夹着附着于所述碳纤维束组的至少一面的树脂粘合剂通过粘接而一体化。

6. 如权利要求5所述的碳纤维带材料,其特征在于,在所述碳纤维带材料的至少一部分中,夹着所述树脂粘合剂将所述布料与所述碳纤维束组粘接的粘接区域沿所述碳纤维束的纤维取向方向离散地形成。

7. 如权利要求6所述的碳纤维带材料,其特征在于,在所述碳纤维带材料的整个区域中,夹着所述树脂粘合剂将所述布料与所述碳纤维束组粘接的粘接区域沿所述碳纤维束的纤维取向方向离散地形成。

8. 如权利要求6所述的碳纤维带材料,其特征在于,在所述碳纤维束组中,位于与所述碳纤维束的纤维取向方向正交的方向的两端的2根碳纤维束在所述碳纤维束的纤维取向方向上连续地与所述布料粘接,位于2根碳纤维束之间的其他碳纤维束在所述碳纤维束的纤维取向方向上间歇地与所述布料粘接。

9. 如权利要求6所述的碳纤维带材料,其特征在于,在夹着所述树脂粘合剂将所述布料与所述碳纤维束组粘接的粘接区域中,在相邻的所述碳纤维束中,所述粘接区域在所述碳纤维的纤维取向方向上错开。

10. 如权利要求5所述的碳纤维带材料,其特征在于,其是在所述碳纤维带材料的至少一部分中,夹着所述树脂粘合剂将所述布料与所述碳纤维束组粘接的粘接区域在与所述碳纤维束的纤维取向正交的方向上离散地形成而成的。

11. 如权利要求1或2所述的碳纤维带材料,其特征在于,对于使用基于2边把持法的画框法以剪切角 θ [°]为 0° 至 45° 的范围进行测定而得的拉伸载荷 F [N]而言,在剪切角 θ [°]为 0° 至 1.0° 之间不具有拉伸载荷 F [N]的最大值,以剪切角 θ [°]为 0° 至 45° 的范围进行测定而得的拉伸载荷 F [N]的最大值大于 0.5 [N],并且,在 θ [°]为 0.1° 至 1.0° 之间, $\Delta F / \Delta \theta$ 大于 0.1

且小于1.0。

12. 如权利要求1或2所述的碳纤维带材料,其特征在于,所述布料的形态为筒状体或袋状体。

13. 增强纤维层叠体,其是使用权利要求1~12中任一项所述的碳纤维带材料而成的。

14. 成型体,其是使用权利要求13所述的增强纤维层叠体而成的。

碳纤维带材料、以及使用其的增强纤维层叠体及成型体

技术领域

[0001] 本发明涉及增强纤维带材料、以及将其配置·层叠而成的增强纤维层叠体及成型体。

背景技术

[0002] 包含增强纤维和树脂的纤维增强塑料(Fiber Reinforced Plastic:FRP)因轻质且高强度这样的特性而被用于航空、航天、汽车用途等。作为同时实现FRP的生产率和高强度的成型法,例如可举出如树脂传递模塑成型法(Resin Transfer Molding:RTM)、VaRTM成型法(真空辅助树脂传递模塑成型法,Vacuum-assisted Resin Transfer Molding)等这样在后期使树脂在增强纤维层叠体中含浸并固化的成型法。RTM成型法为下述成型法:将包含由未预含浸基体树脂的干式增强纤维束组构成的增强纤维基材的增强纤维层叠体配置于成型模具中,将液态、低粘度的基体树脂注入,之后使基体树脂含浸并固化,从而成型为FRP。特别是,在需要高生产率的情况下,使用下述技术等:在树脂注入时,预先使成型模具内模腔较最终成型品的厚度更厚,通过关闭模具而使其高速含浸,由此缩短纤维增强塑料的成型时间。另外,近年来,还使用了湿压模制法,即,在增强纤维层叠体上涂布液态的树脂,然后进行合模而使树脂含浸。

[0003] 以往,使树脂含浸并固化的增强纤维层叠体通过下述方式形成:从机织物、非卷曲布料(Non Crimp Fabric:NCF)这样的、由干式增强纤维束组(增强纤维束中未含浸树脂)构成且呈一定宽度的(即,大致矩形的)布帛形态的增强纤维基材中切出所期望的形状,将由此得到的物体赋形为三维形状并固定。但是,当像这样从一定宽度的布帛中切出所期望形状时,此后会大量生成残留的端材。即,增强纤维的废弃量变多,在预先制成一定宽度的布帛形态的增强纤维基材的以往的方法中,存在制造成本变高这样的课题。

[0004] 针对这样的课题,将增强纤维束以成为与制品形状相适应的所期望的形状的方式仅配置于所需部位的纤维铺放法受到关注。根据纤维铺放法,由于在需要的部位配置需要量的增强纤维,因此能够将增强纤维制成带状的形态,仅将上述带材料配置于需要的部位,由此能够大幅降低废弃的增强纤维的量。此外,就由纤维铺放法制造的增强纤维基材而言,与以往的机织物、NCF相比,增强纤维束的卷曲少,直线性优异,因此使树脂注入其中并固化而得到的FRP具有高的力学强度。

[0005] 作为与纤维铺放法中使用的碳纤维带材料有关的现有技术,例如专利文献1中提出了在两面结合聚合物粘接剂而成的碳纤维带材料及其制造方法。根据上述方法,通过将聚合物粘接剂熔融而贴附于增强纤维束组,能以高精度制造所期望的宽度的碳纤维带。

[0006] 另外,专利文献2中提出了在至少一面上粘接有非织造遮盖物(veil)而成的碳纤维带材料、预制品及其制造方法。根据上述方法,通过使用粘接有非织造遮盖物的碳纤维带材料,得到在RTM成型、VaRTM成型的树脂注入时,面内方向的树脂的扩散容易度增加的效果。另外,在针对非织造遮盖物使用热塑性纤维材料时,作为结果,可以使得到的复合材料强韧化。

[0007] 此外,专利文献3中,提出了由单位面积重量为 $80\text{g}/\text{m}^2$ 以下的增强纤维材料和热塑性树脂材料的针织物形成的增强片材料。根据上述构成,通过使用具有柔软性的针织物,可得到在薄且宽的状态下保持直线性且无卷曲等变形的片材料。此外,由于使用空隙多的薄针织物,因而可以将内部的空气进行脱气,而得到空隙(void)少的成型品。

[0008] 现有技术文献

[0009] 专利文献

[0010] 专利文献1:日本特表2012-510385号公报

[0011] 专利文献2:日本特表2017-521291号公报

[0012] 专利文献3:日本特开2015-116806号公报

发明内容

[0013] 发明所要解决的课题

[0014] 然而,在纤维铺放法中,在将碳纤维带直接贴附于模具时,需要使该碳纤维带追随且沿着模具形状。因此,碳纤维带的宽度越宽、或者模具形状越复杂,越要求碳纤维带具有高变形性。此外,在碳纤维带的层叠及RTM成型、VaRTM成型时的树脂注入中,要求具有高生产率。

[0015] 这里,专利文献1的发明中,并未提及聚合物粘接剂的变形性。并且,在针对聚合物粘接剂例如使用非织造遮盖物的情况下,由于非织造遮盖物是使短纤维无规取向而形成的,因此一般而言沿面方向不具有充分的变形性。此外,在聚合物粘接剂熔融时,由于非织造遮盖物的形态丧失,因而布材料本来具有的变形性降低。

[0016] 专利文献2的发明中,使用在至少一面粘接有非织造遮盖物的碳纤维带材料。因此,与引用文献1同样地,由于非织造遮盖物是短纤维无规地取向而形成的,因而不具有充分的变形性。

[0017] 专利文献3的发明中,使用具有变形性的布料,但增强纤维材料的单位面积重量低,为了得到所期望的制品厚度而需要层叠多张片材料,操作变得繁杂而生产率降低。此外,专利文献3中记载的发明涉及增强片材料,但其中不存在将上述增强片材料应用于纤维铺放法的暗示。

[0018] 本发明解决上述现有技术的课题,具体而言,提供碳纤维带材料,该碳纤维带材料对模具的追随性及基体树脂的含浸性良好,并且,在利用纤维铺放法制造增强纤维层叠体时能够提高生产率,且在含浸树脂而进行成型时能够提供具有高力学强度的成型体。此外,提供由上述碳纤维带材料得到的增强纤维层叠体以及成型体。

[0019] 用于解决课题的手段

[0020] 本发明是为了解决上述课题的至少一部分而做出的,其特征在于以下的任一构成。

[0021] (1) 碳纤维带材料,其是使碳纤维束组与布料一体化而成的,该碳纤维束组是将多根碳纤维束与纤维取向方向平行地排列而得的,该碳纤维带材料的特征在于,满足下述(a)~(c)。

[0022] (a) 上述布料由1或多种热塑性树脂构成

[0023] (b) 上述碳纤维带材料中除布料外的单位面积重量在 $120\text{g}/\text{m}^2 \sim 400\text{g}/\text{m}^2$ 之间;

[0024] (c) 上述布料的至少一个方向上,对上述布料施加80mN/50mm的载荷时的布料伸长率 E_p (%)为5%~100%;

[0025] $E_p = [(L_1 - L_0) / L_0] \times 100$

[0026] E_p : 布料伸长率 (%)

[0027] L_0 : 初始的印记间的布料长度 (mm)

[0028] L_1 : 赋予载荷时的布料长度 (mm)

[0029] (2) 如上述 (1) 所述的碳纤维带材料,其特征在于,上述布料具有规则性。

[0030] (3) 如上述 (1) 或 (2) 所述的碳纤维带材料,其特征在于,在碳纤维束间设有0.1mm~1mm的间隙。

[0031] (4) 如上述 (1)~(3) 中任一项所述的碳纤维带材料,其特征在于,上述碳纤维带材料的带宽度为2mm~2000mm。

[0032] (5) 如上述 (1)~(4) 中任一项所述的碳纤维带材料,其特征在于,上述碳纤维束组与上述布料介由附着于上述碳纤维束组的至少一面的树脂粘合剂通过粘接而一体化。

[0033] (6) 如上述 (5) 所述的碳纤维带材料,其特征在于,在上述碳纤维带材料的至少一部分中,介由上述树脂粘合剂将上述布料与上述碳纤维束组粘接的粘接区域沿上述碳纤维束的纤维取向方向离散地形成。

[0034] (7) 如上述 (6) 所述的碳纤维带材料,其特征在于,在上述碳纤维带材料的整个区域中,介由上述树脂粘合剂将上述布料与上述碳纤维束组粘接的粘接区域沿上述碳纤维束的纤维取向方向离散地形成。

[0035] (8) 如上述 (6) 所述的碳纤维带材料,其特征在于,在上述碳纤维束组中,位于与上述碳纤维束的纤维取向方向正交的方向的两端的2根碳纤维束在上述碳纤维束的纤维取向方向上连续地与上述布料粘接,位于2根碳纤维束之间的其他碳纤维束在上述碳纤维束的纤维取向方向上间歇地与上述布料粘接。

[0036] (9) 如上述 (6)~(8) 中任一项所述的碳纤维带材料,其特征在于,在介由上述树脂粘合剂将上述布料与上述碳纤维束组粘接的粘接区域中,在相邻的上述碳纤维束中,上述粘接区域在上述碳纤维的纤维取向方向上错开。

[0037] (10) 如上述 (5) 所述的碳纤维带材料,其特征在于,其是在上述碳纤维带材料的至少一部分中,介由上述树脂粘合剂将上述布料与上述碳纤维束组粘接的粘接区域在与上述碳纤维束的纤维取向正交的方向上离散地形成而成的。

[0038] (11) 如上述 (1)~(10) 中任一项所述的碳纤维带材料,其特征在于,对于使用基于2边把持法的画框法以剪切角 θ [°]为0°至45°的范围进行测定而得的拉伸载荷 F [N]而言,在剪切角 θ [°]为0°至1.0°之间不具有拉伸载荷 F [N]的最大值,以剪切角 θ [°]为0°至45°的范围进行测定而得的拉伸载荷 F [N]的最大值大于0.5[N],并且,在 θ [°]为0.1°至1.0°之间, $\Delta F / \Delta \theta$ 大于0.1且小于1.0。

[0039] (12) 如上述 (1)~(11) 所述的碳纤维带材料,其特征在于,上述布料的形态为筒状体或袋状体。

[0040] (13) 增强纤维层叠体,其是使用上述 (1)~(12) 中任一项所述的碳纤维带材料而成的。

[0041] (14) 成型体,其是使用上述 (13) 所述的增强纤维层叠体而成的。

[0042] 发明的效果

[0043] 本发明的碳纤维带材料对模具的追随性及树脂的含浸性良好,在通过纤维铺放法来制造增强纤维层叠体时能够提高生产率,而且在含浸树脂而成型时能够提供具有高力学强度的成型体。

附图说明

[0044] [图1]为本发明涉及的碳纤维带材料的概略图。

[0045] [图2]为本发明涉及的另一碳纤维带材料的概略图。

[0046] [图3]本发明涉及的另一碳纤维带材料的概略图。

[0047] [图4]本发明涉及的另一碳纤维带材料的概略图。

[0048] [图5]本发明涉及的另一碳纤维带材料的概略图。

[0049] [图6]本发明涉及的另一碳纤维带材料的概略图。

[0050] [图7]本发明涉及的另一碳纤维带材料的概略图。

[0051] [图8]为示出布料伸长率的测定方法的概略图。

[0052] [图9]为示出基于2边把持法的画框法的实施方法的概略图。

[0053] [图10]示出基于2边把持法的画框法实施时的剪切角-拉伸载荷的关系的曲线图。

[0054] [图11]为本发明涉及的另一碳纤维带材料的概略图。

具体实施方式

[0055] 将本发明涉及的碳纤维带材料的概略图示于图1。

[0056] 图1所示的碳纤维带材料100是多根碳纤维束101通过布料103相互一体化而成的,各碳纤维束沿宽度方向相互平行(并列)地配置而形成碳纤维束组102。

[0057] 本发明中使用的碳纤维束例如也可以使用事先实施了上浆处理的碳纤维束。通过实施上浆处理,能够提高碳纤维束的集束性,抑制绒毛球的产生。此外,本发明中使用的碳纤维束也可以在碳纤维中混合有机纤维。

[0058] 碳纤维束的长丝数N(单位:K=1,000根)的优选方式为1K(1,000)根以上、60K(60,000)根以下。碳纤维束101的单纤维数少于1K根时,碳纤维束101的纱宽度细,容易产生扭结等不良情况。在碳纤维束101的单纤维数多于60K根的情况下,碳纤维束101的碳纤维单位面积重量变高,在利用纤维铺放法将碳纤维束101对齐而制成基材时,由于每1层的碳纤维单位面积重量过高,会有取向设计的容许范围变窄的风险。

[0059] 碳纤维带材料100通过具备包含多根碳纤维束101且与布料103相互一体化的构成,能够使碳纤维带材料的每单位长度的碳纤维长丝数及重量变大。此外,在利用纤维铺放法来将碳纤维带材料配置并层叠而制造纤维增强塑料时,能够缩短用于成为所期望的纤维体含量所需要的碳纤维带材料的配置·层叠时间,并提高生产率。

[0060] 布料103由1种或多种热塑性树脂构成。这里,所谓“热塑性树脂”,表示聚酰胺树脂、聚酯树脂、聚对苯二甲酸乙二醇酯树脂、聚乙稀醇缩甲醛树脂、聚醚砜树脂、苯氧基树脂、聚碳酸酯树脂等热塑性树脂、以及热塑性弹性体(聚苯乙烯系树脂、聚烯烃系树脂、聚氨酯系树脂、聚酯系树脂、聚酰胺系树脂、聚丁二烯系树脂、聚异戊二烯系树脂、氟系树脂、及丙烯腈系等)、它们的共聚物、改性物、及将2种以上这些树脂共混而成的树脂等。可以将上

述树脂制成纤维状而得到纺织布(机织物、针织物)、无纺布的形态、或制成膜状而得到布料103。通过将这样的布料103部分地熔融,从而与碳纤维束组102一体化。

[0061] 本发明中,布料103具有变形性是重要的。即,在布料的至少一个方向上,向该布料施加80mN/50mm的载荷时的布料伸长率为5%~100%是重要的,进一步优选为15%~100%。通过使用有变形性的布料,能够提高带的变形性,在利用纤维铺放法直接贴附于模具时,碳纤维带能追随并沿着模具形状。在布料伸长率小于5%时,布料没有充分的变形性,碳纤维带无法追随并沿着模具形状。在布料伸长率大于100%时,布料会因轻微的外力而变形,难以精度良好地将布料与碳纤维贴合而一体化。这里,布料的伸长率根据JIS L 1096 8.16.1,通过下式求出。

$$[0062] \quad E_p = [(L_1 - L_0) / L_0] \times 100$$

[0063] E_p : 布料伸长率(%)

[0064] L_0 : 初始的印记间的布料长度(mm)

[0065] L_1 : 赋予载荷时的布料长度(mm)

[0066] 将布料伸长率的测定方法示于图8。图8的(a)表示负载一定载荷之前的布料803的状态。将布料裁切成指定的尺寸,对布料标记出指定的印记808,测定印记间距离 L_0 之后,以图8的(a)所示的方式用夹具807夹紧布料。然后,赋予载荷。图8的(b)表示赋予一定载荷后的布料803的状态。如图8的(b)所示,对赋予一定载荷后的印记间距离 L_1 进行测定,能够通过指定的式子算出伸长率。需要说明的是,在由碳纤维束和布料一体化而成的带材料来测定布料的伸长率的情况下,将布料从带材料剥离后,按上述步骤进行测定。

[0067] 本发明的碳纤维带材料的除布料外的单位面积重量在120g/m²~400g/m²之间是重要的。在碳纤维带材料中除布料外的单位面积重量小于120g/m²时,利用纤维铺放法来配置碳纤维带材料时,为了得到所期望的单位面积重量的层叠体而层叠的碳纤维带材料的张数变多,层叠所需要的时间增加,会制约进一步提高生产率。另一方面,在碳纤维带材料中除布料外的单位面积重量大于400g/m²时,为了得到所期望的单位面积重量的层叠体而层叠的碳纤维带材料的张数变得过少,存在对纤维取向进行设计时的自由度会变窄的风险。上述单位面积重量优选为160g/m²~300g/m²。

[0068] 此外,期望布料103具有规则性。本发明中,“具有规则性”是指,某一定的组织形态在布料的长度方向(即,碳纤维带材料的长度方向)上连续地重复。作为具有规则性的布料的例子,可举出针织物、机织物。对于针织物、机织物而言,其组织形态沿长度方向连续地重复,纤维的存在位置由该组织而定,可以说是作为布料的纤维单位面积重量的偏差、偏在少的材料。另一方面,作为不具有规则性的布料的例子,可举出无纺布(非织造遮盖物)。无纺布是将短纤维无规地散布之后将彼此的纤维粘接的构成,因此难以呈现上述布料伸长率,此外,其组织形态不沿长度方向连续地重复,因而易于产生纤维的取向、单位面积重量的偏差、偏在这样的特征。

[0069] 作为具有规则性的布料的组织形态,可以使用平纹织物、斜纹织物、缎纹织物这样的机织组织、经平组织、经绒组织、经编缎纹组织、编链组织(日文:鎖編)、镶嵌组织(日文:インレー)、经面缎纹组织(日文:サテン)、半畦编组织(日文:ハーフ)、经编六角网眼组织(日文:チュール)这样的经编组织、纬编组织、或它们的组合。

[0070] 上述具有规则性的布料通过将纤维彼此相互编入、或者织入而保持形态。即,与纤

维彼此相互粘接而使相对位置固定的无纺布相比,由于编入的或者织入的纤维的位置未完全地固定,自由度高,结果,向布料的面内(面方向)施加力时的变形性优异。

[0071] 布料103优选单位面积重量大于 $2\text{g}/\text{m}^2$,为 $40\text{g}/\text{m}^2$ 以下,进一步优选大于 $4\text{g}/\text{m}^2$,为 $20\text{g}/\text{m}^2$ 以下。布料103的单位面积重量为 $2\text{g}/\text{m}^2$ 以下时,布料的面料容易破损,难以得到所期望的变形性。此外,由于布料的厚度变薄,因而难以充分地确保含浸时的基体树脂流路。此外,由于布料薄,因而成型体的层间增强材料的厚度变薄,难以将层叠的纤维束的层间增强。另一方面,在布料103的单位面积重量大于 $40\text{g}/\text{m}^2$ 时,布料的厚度相应地变厚,因此碳纤维带材料的厚度增大,使用碳纤维带材料的增强纤维层叠体的厚度容易大于所期望的制品厚度,即,难以将使用了碳纤维带材料的增强纤维层叠设为所期望的成型体的近终形(near net shape)。此外,使用该增强纤维层叠体而成型的成型体的层间增强材料的厚度容易变大,难以提高成型体的纤维含有率(Vf:%)。

[0072] 此外,布料103不仅能够用于提高带的变形性的目的,而且能够用于确保树脂含浸时的基体树脂流路的目的、通过使用发挥高韧性的材质的树脂而将层间增强的目的。

[0073] 优选在构成碳纤维带材料100的多根碳纤维束101彼此之间设有间隙106。通过在构成碳纤维带材料100的多根碳纤维束101间具有间隙106,在通过纤维铺放法沿一个方向排列而制成基材的情况下,易于确保基体树脂的流路。此外,在通过纤维铺放法将多根碳纤维带材料100无间隙地沿一个方向排列而制成基材的情况下、在固定于1根碳纤维带材料100内的多根碳纤维束101之间设有间隙的情况下,均易于确保成型时的基体树脂的流动性。

[0074] 碳纤维束间的间隙106优选为 $0.1\text{mm} \sim 1\text{mm}$ 。在间隙106小于 0.1mm 的情况下,基体树脂的流路变小,因而成型所需要的时间增加,有引起生产率降低的风险。在间隙106大于 1mm 的情况下,通过纤维铺放法来层叠碳纤维带材料而制成增强纤维层叠体并成型时,上层的带的一部分落入下层的碳纤维束间的间隙,会有碳纤维束的直线性降低的风险。结果,有得到的成型体的压缩特性降低的风险。

[0075] 碳纤维带材料100的带宽度优选为 $2\text{mm} \sim 2000\text{mm}$,更优选为 $5\text{mm} \sim 100\text{mm}$ 。在碳纤维带材料100的带宽度小于 2mm 的情况下,需要在纤维铺放工序中配置更多的碳纤维带材料,生产率容易降低。在碳纤维带材料100的带宽度大于 2000mm 的情况下,制造带的装置会变得大型,容易引起带成本的增大,因而不优选。

[0076] 图2所示的碳纤维带材料200为本发明涉及的另一碳纤维带材料的概略立体图。该碳纤维带材料200中,与图1所示的碳纤维带材料同样地,具有规则性的布料203位于碳纤维束组202的至少一面,该布料203以保持各碳纤维束201形态为目的,介由附着于碳纤维束组202的至少一面的树脂粘合剂204来与碳纤维束组202一体化。其他方面与图1所示的碳纤维带材料100为相同的构成。

[0077] 树脂粘合剂204可以为粒子形状,也可以为无纺布形状。此外,并不限定于这些形状,也可以为膜、网、乳剂、涂层、或卷绕于碳纤维束的辅助丝。

[0078] 作为树脂粘合剂的材质,可以使用聚酰胺树脂、聚酯树脂、聚对苯二甲酸乙二醇酯树脂、聚乙稀醇缩甲醛树脂、聚醚砜树脂、苯氧基树脂、聚碳酸酯树脂等热塑性树脂、以及、酚醛系树脂、苯氧基树脂、环氧树脂,此外,可以使用聚苯乙烯系树脂、聚烯烃系树脂、聚氨酯系树脂、聚酯系树脂、聚酰胺系树脂、聚丁二烯系树脂、聚异戊二烯系树脂、氟系树脂、及

丙烯腈系等热塑性弹性体等、它们的共聚物、改性物、及将2种以上这些树脂共混而成的树脂等。

[0079] 对于上述树脂粘合剂而言,除了制成增强纤维层叠体时将层间固定的粘接功能以外,还可以出于确保树脂含浸时的基体树脂的流路的目的、通过使用发挥高韧性的材质的树脂而将层间增强的目的而使用。

[0080] 作为由树脂粘合剂204带来的碳纤维束201的固定形态,可以使树脂粘合剂204以可见的状态附着·部分含浸于碳纤维束201的表面,以约束碳纤维束中所含的多根长丝,此外,也可以使树脂粘合剂204以从表面不可见的状态含浸于碳纤维束201的内部,而使碳纤维束所含的多根长丝彼此约束。此外,可以将树脂粘合剂卷绕于碳纤维束201、或用树脂粘合剂被覆碳纤维束201。

[0081] 相对于碳纤维束201的重量而言,用于固定碳纤维束201所需要的树脂粘合剂的量优选为25wt%以下,更优选为20wt%以下,进一步优选为15wt%以下。树脂粘合剂的量大于25wt%时,利用纤维铺放法将带材料排列、层叠而制成增强纤维层叠体并成型时,基体树脂的粘度提高而流动性易降低,因此生产率易降低。此外,由于基体树脂的流动需要长时间,因此基体树脂粘度会进一步上升,成型体中易产生树脂未含浸部位,导致成型体的力学特性变差。

[0082] 布料203的软化点 T_s (°C)优选为高于树脂粘合剂204的软化点。这里,在由多种热塑性树脂构成布料203的情况下,多种热塑性树脂之中,将软化点最低的热塑性树脂的软化点视为布料203的软化点 T_s (°C)。此时,通过于比树脂粘合剂204的软化点高而比布料203的软化点低的温度进行加热·加压,可以将熔融后的树脂粘合剂204作为粘接剂,将布料203与碳纤维束组202一体化。此时,由于不将布料203熔融而保持组织的形态,因此不会有损布料203所具有的变形性,可以得到变形性优异的碳纤维带材料200。

[0083] 此外,树脂粘合剂204优选为其软化点(°C)比40°C高而比布料203的软化点 T_s (°C)低的温度。通过使用这样的树脂粘合剂,通过加热而降低粘度后、进行冷却等而返回常温的状态时,能够将构成碳纤维束的多根长丝彼此固定,作为碳纤维束更可靠地保持恒定的形态。因此,将碳纤维束的形态保持恒定时,通过纤维铺放法而将碳纤维带材料200配置在模具上,在对碳纤维带材料200施加压力、张力时,能够抑制碳纤维束的形态崩坏。结果,能够使设置在碳纤维束201之间的间隙206不崩塌地保持,更可靠地确保成型时的基体树脂的流路。

[0084] 需要说明的是,本说明书中,“软化点”是指,在布料、树脂粘合剂等树脂材料达到该温度以上的温度时,树脂材料软化/熔融的温度。具体而言,在树脂材料为结晶性聚合物时是指熔点,在树脂材料为非晶性聚合物时是指玻璃化转变点。

[0085] 图3中,示出本发明涉及的另一碳纤维带材料300的概略立体图。在该碳纤维带材料300中,与图2的方式同样地,将多根碳纤维束301平行地排列而成的碳纤维束组302的至少一面(图3中为两面)配置具有规则性的布料303。该布料303以保持各碳纤维束301的形态为目的,介由附着在碳纤维束组302的表面的树脂粘合剂304与碳纤维束组302一体化。而且,图3所示的方式中,仅使设置于碳纤维束组302的表面的树脂粘合剂304之中、由粘接区域305包围的区域的树脂粘合剂304熔融,从而有助于布料303与碳纤维束组302的粘接。在碳纤维带材料300的至少一部分中,粘接区域305在碳纤维束301的纤维取向方向上不连续

而离散地(间歇地)形成。这里,所谓“粘接区域”,表示布料303和碳纤维束组302介由树脂粘合剂304而相互粘接的区域。布料303和碳纤维束组302能够通过至少在一部分粘接区域中粘接而相互一体化,能够保持碳纤维带材料的形态。除上述方面以外,图3所示的碳纤维带材料300与图2所示的碳纤维带材料200为相同构成。

[0086] 本发明中,粘接区域305优选沿如上所述的碳纤维束301的纤维取向方向离散地形成。在粘接区域305遍及带整个区域、碳纤维束组302与布料303遍及带整面而粘接的情况下,构成布料的热塑性纤维由于与碳纤维束的粘接而会使位置完全固定,布料本来具有的变形性降低。图3中,通过粘接区域305沿纤维取向方向离散地分散,由此布料留有局部地自由移动的余地,因而能够抑制由粘接引起的布料的变形性的降低。

[0087] 此外,以下对沿碳纤维束的纤维取向方向离散地形成粘接区域的方式进行详述。图4的(a)、(b)所示的碳纤维带材料400为本发明涉及的另一碳纤维带材料的俯视图。图4的(a)的实施方式中,介由树脂粘合剂而使布料和碳纤维束组粘接的粘接区域405在碳纤维带材料400的整个区域中沿碳纤维束401的纤维取向方向离散地形成而成。本实施方式中,由于粘接区域405沿碳纤维带材料400的整个区域离散地形成,因而布料能够局部地自由移动的余地多,能够显示优异的带变形性。图4的(b)的实施方式中,碳纤维束组402之中、位于与碳纤维束401的纤维取向方向正交的方向的两端的2根碳纤维束401(a)、401(b)沿碳纤维束的纤维取向方向连续地与布料403粘接,位于2根碳纤维束401(a)、401(b)之间的碳纤维束401(c)、401(d)、401(e)在碳纤维束的纤维取向方向上间歇地与布料403粘接。本实施方式中,位于与碳纤维束的纤维取向方向正交的方向的两端的2根碳纤维束401(a)、401(b)连续地与布料403粘接,因而能够抑制布料403从带端部剥离,能够兼顾带稳定性和带变形性。需要说明的是,在上述图4的(a)、(b)所示的碳纤维带材料400中,各粘接区域405优选以不跨过多根碳纤维束的方式设置。

[0088] 图5的(a)所示的碳纤维带材料500为本发明涉及的另一碳纤维带材料的俯视图。将上述碳纤维带材料500的b-b截面、c-c-截面分别示于图5的(b)、图5的(c)。本实施方式中,在碳纤维带材料500的整个区域,介由树脂粘合剂而使布料和碳纤维束组粘接的粘接区域505沿碳纤维束501的纤维取向方向离散地形成。各个粘接区域505以不跨过多根碳纤维束的方式设置。因此,在相邻的碳纤维束(例如501(a)及501(b))中,粘接区域(例如505(a)及505(b))沿碳纤维的纤维取向方向错开。本实施方式中,在相邻的碳纤维束中分别设置的粘接区域沿碳纤维的纤维取向方向错开,由此可以使相邻的碳纤维束彼此的相对位置不固定而独立地移动。因此,在布料变形时,碳纤维束能够追随于各自所粘接的布料的部分的移动而独立地移动。

[0089] 需要说明的是,本发明中,可以将粘接区域以图6的(a)的方式设置。其中,图6的(a)所示的碳纤维带材料600中,在相邻的碳纤维束(例如碳纤维束601(a)及601(b))中,粘接区域(例如粘接区域605(a)及605(b))不在碳纤维的纤维取向方向上错开。因此,相邻的碳纤维束彼此的位置会固定,不会追随各碳纤维束所粘接的布料部分的移动而独立地移动。因此,与相邻的碳纤维束中的粘接区域不在碳纤维的纤维取向方向上错开的情况相比,在错开的情况下,可以得到变形性高的带,因而优选。需要说明的是,图6的(a)为碳纤维带材料600的俯视图,图6的(b)为碳纤维带材料600的b-b截面图。

[0090] 另外,如图5所示,即使在将粘接区域505在碳纤维的纤维取向方向上实质上错开

地设置的情况下,也更优选如下设置。即,使得在与碳纤维的纤维取向方向正交的方向的任意截面中,在相邻的碳纤维束(例如501(a)及501(b))上不同时存在粘接区域(例如505(a)及505(b))。换言之,相邻的碳纤维束(例如501(a)及501(b))中,关于粘接区域(例如505(a)及505(b)),优选不以沿碳纤维的纤维取向方向而一部分重叠(如图5的(b)所示)而是以错开的方式(如图5的(c)所示)设置。通过上述构成,碳纤维带材料可以显示更良好的变形性。因此,碳纤维带材料500中,成为如图5的(b)所示的截面的部分优选在沿碳纤维的纤维取向方向以一定间隔采集的全部截面的30%以下的范围内。

[0091] 此外,图7的(a)、(b)中示出本发明涉及的另一碳纤维带材料700的俯视图。上述图3~图6中,示出了粘接区域沿碳纤维束的纤维取向方向离散地形成的方式,而图7所示的碳纤维带材料700中,介由树脂粘合剂而使布料与碳纤维束组粘接的粘接区域705沿与碳纤维束的纤维取向方向正交的方向离散地形成。利用上述构成,相邻的碳纤维束的相对位置也不固定,能够独立地移动,因而碳纤维带材料能够显示出良好的变形。

[0092] 如上构成的本发明涉及的碳纤维带材料能够显示出如下的剪切变形性能。即,对于使用基于2边把持法的画框法以剪切角 θ [°]为0°至45°的范围进行测定而得的拉伸载荷F[N]而言,在剪切角 θ [°]为0°至1.0°之间不具有拉伸载荷F[N]的最大值,以剪切角 θ [°]为0°至45°的范围进行测定而得的拉伸载荷F[N]的最大值大于0.5[N],并且,在 θ [°]为0.1°至1.0°之间, $\Delta F/\Delta\theta$ 比0.1大且小于1.0。

[0093] 针对剪切变形性能的评价方法即基于2边把持法的画框法进行说明。图9示出基于2边把持法的画框法的概略图。将1根或多根长度为220mm的碳纤维带材料900无间隙地平行排列,以全宽之和成为150mm的方式进行准备。以夹持间隔成为200mm的方式在夹持部902上标记印记之后,以夹持部902为200mm、测定角 α [°]为90°、碳纤维带的长度方向与画框架的未把持碳纤维带材料的2边903平行的方式,以把持碳纤维带两端的方式将碳纤维带材料900安装于画框夹具904。在未图示的万能试验机上以测定角 α [°]成为90°的方式安装画框夹具之后,以50mm/分钟的速度沿垂直方向拉伸画框夹具,测定此时的拉伸力F[N]及测定角 α 。然后,算出由下式计算的剪切角 θ [°]、及 θ [°]为0.1°至1.0°之间的 $\Delta F/\Delta\theta$ 。

[0094] θ [°]=90°- α [°]

[0095] 图10中示出针对本发明涉及的碳纤维带材料实施基于2边把持法的画框法时的剪切角-拉伸载荷曲线图的一例。图10的(a)是以剪切角 θ [°]为0至45进行试验时的剪切角-拉伸载荷曲线图,图10的(b)是将同一曲线图的剪切角 θ [°]为0至1附近放大而得的曲线图。

[0096] 本发明涉及的碳纤维带材料中,在剪切角 θ [°]设为0°至45°的条件下进行试验时,优选在剪切角 θ [°]为0°至1.0°之间的条件下,拉伸载荷F不具有最大值。拉伸载荷F[N]的最大值意味着,在剪切角 θ [°]为0°至1.0°之间时,碳纤维带材料在剪切角 θ [°]达到1.0°之前无法保持形态而崩坏。此时,无法将 $\Delta F/\Delta\theta$ 的值作为碳纤维带材料的剪切变形性能进行评价。

[0097] 对于本发明涉及的碳纤维带材料而言,在剪切角 θ [°]为0°至1.0°之间,拉伸载荷F不具有最大值的情况下,优选在剪切角 θ [°]为0.1°至1.0°之间的 $\Delta F/\Delta\theta$ 小于1.0,进一步优选小于0.4,进一步优选小于0.2。在 $\Delta F/\Delta\theta$ 为1.0以上时,将碳纤维带材料剪切变形时需要较大的力,在利用纤维铺放法进行对齐而配置于模具时,无法得到对模具的良好追随性。另一方面, $\Delta F/\Delta\theta$ 优选大于0.1。在 $\Delta F/\Delta\theta$ 为0.1以下的情况下,通过赋予轻微的力而碳纤

维带材料发生大的剪切变形,碳纤维带材料的稳定性会受损。

[0098] 对于本发明涉及的碳纤维带材料而言,在剪切角 θ [°]设为0°至45°而进行试验时,拉伸载荷F的最大值优选大于0.5N,进一步优选大于1.0N。在剪切角 θ [°]设为0°至45°而进行试验时,拉伸载荷F的最大值为0.5N以下时,碳纤维带材料的碳纤维束与布材料剥离等,无法维持带形态。

[0099] 而且,本发明涉及的碳纤维带材料中,例如图11的(a)、(b)所示,将布料1103配置于碳纤维束组1102的两面,在以整体观察时,成为筒状体(图11的(a))或袋状体(图11的(b))是优选的。即,如图11的(a)所示,对于位于与碳纤维束1101的纤维取向方向正交的方向的两端的2根碳纤维束1101(a)、1101(b)而言,优选在其两面与布料1103粘接,由两端的碳纤维束1101(a)、1101(b)和两面的布料1103来形成筒状的封闭体系。以此方式,能够防止内侧3根碳纤维束1101(c)、1101(d)、1101(e)的脱落。此外,基于同样的理由,如图11的(b)所示,还优选以内包全部碳纤维束1101的方式来配置布料1103。通过如此地将布料配置于碳纤维束组的两面,能够抑制在碳纤维带材料的处理中碳纤维束脱离,能够提高碳纤维带材料的生产稳定性。

[0100] 本发明的碳纤维带材料用于增强纤维层叠体。增强纤维层叠体是将本发明的碳纤维带材料排列·层叠,通过将其层间的至少一部分固定而使形状被保持的物体。通过设为这样的构成,能够将构成增强纤维层叠体的碳纤维束彼此的间隙设定为任意的距离而进行配置。结果,能够确保成型时的基体树脂的流动性,能够扩大注入的树脂的种类、流程窗口(process window)的宽度等,能够提高生产率。

[0101] 此外,优选在使用了碳纤维带材料的增强纤维层叠体中,含浸基体树脂而制成纤维增强树脂成型体。通过采用上述构成,对于得到的纤维增强树脂成型体而言,树脂完全含浸至其内部,能够具有高的力学特性。

[0102] 实施例

[0103] 针对本发明涉及的碳纤维带材料,基于实施例进行说明。将实施例及比较例的条件及结果示于表1。

[0104] (实施例1)

[0105] <增强纤维束>

[0106] 作为增强纤维束,使用预先实施了上浆处理的、东丽株式会社制碳纤维“Torayca”(注册商标)T800SC,碳纤维长丝数为24,000根(N=24K)。

[0107] <布料>

[0108] 作为布料,使用特里科经编机而经编为经编六角网眼组织组织状的、具有规则性的针织面料(材质:聚酰胺,单位面积重量:8g/m²)。

[0109] <布料的伸长率测定>

[0110] 布料的伸长率参考JIS L 10968.16.1而如下测定。即,以上述布料的纵行方向(日文:ウエール方向)为长度方向的方式裁切成宽度50mm、长度300mm,以夹持间隔成为200mm的方式对夹持部标记印记。将试验片的一端用夹具固定后,轻轻地赋予80mN/50mm的载荷,测定保持1分钟后的印记间的长度。根据下式算出布料伸长率,结果伸长率为52%。

[0111] $E_p = [(L_1 - L_0) / L_0] \times 100$

[0112] E_p : 布料伸长率(%)

[0113] L_0 : 初始的印记间的布料长度 (mm)

[0114] L_1 : 赋予载荷时的布料长度 (mm)

[0115] <碳纤维带材料>

[0116] 使用未图示的碳纤维束制造装置, 将1根碳纤维束从绕线筒拉出, 一边调整厚度一边不分切地使宽度变窄, 然后, 将软化点温度80℃的加热熔融性的粘合剂粒子 (平均粒径: 0.2mm) 散布于碳纤维束的表面。以粘合剂粒子的重量比例成为5% (以得到的碳纤维束的重量为100%) 的方式散布后, 进行熔融、冷却, 由此得到其形态被固定的纱宽度4.8mm的碳纤维束。

[0117] 将10根碳纤维束沿长度方向平行地对齐之后, 在其一面配置软化点温度200℃的针织面料 (布料), 于120℃加热而将粘合剂粒子熔融, 将针织面料与碳纤维束介由粘合剂粒子如图4的 (b) 那样进行部分粘接 (在两端以外的碳纤维束中, 将粘合剂粒子以直径为4.5mm的球状体的形式配置成锯齿形, 在两端的2根碳纤维束中整面配置粘合剂粒子) 而一体化。如此, 得到宽度50mm、除布料外的带单位面积重量为206g/m²、碳纤维束间的各间隙为0.2mm的碳纤维带材料。

[0118] <碳纤维带材料的变形性>

[0119] 作为碳纤维带材料的变形性评价, 实施基于2边把持法的画框法。将3根长度220mm、宽度50mm的碳纤维带材料平行地排列, 以夹持间隔成为200mm的方式对夹持部标记印记。并且, 将3根平行排列的碳纤维带材料以夹持部为200mm、测定角 α [°]为90°的方式以把持2边的方式安装于图9所示的画框夹具而实施测定。结果, 剪切角 θ [°]为0°至45°的范围内的拉伸载荷F[N]的最大值大于0.5[N], 此外, 该最大值在剪切角 θ [°]为0°至1.0°之间不存在。并且, $\Delta F/\Delta\theta=0.3$, 确认到碳纤维带材料对于面内的剪切力显示出良好的变形性。

[0120] <增强纤维层叠体>

[0121] 使用未图示的纤维铺放装置, 将如上所述地得到的碳纤维带材料以在各碳纤维带材料间分别设置0.7mm的间隙的方式, 沿一个方向对齐而配置在架台上, 以成为300mm×300mm的正方形形状的方式, 一边切断碳纤维带材料一边将其反复配置来制作片基材。对于相邻的碳纤维带材料而言, 使相邻的针织面料重叠1mm, 通过将重叠部于200℃进行加热而粘接一体化, 以制作片基材。

[0122] 将得到的片基材配置于角锥 (pyramid) (四面体) 形状的模具 (底面: 1边为14cm的正三角形、高度: 7cm), 一边对片基材施加张力, 一边使上模下降而进行压制赋形, 然后将下模于120℃加热10分钟。结果, 片基材显示出良好的赋形性而未产生大的褶皱。通过同样的步骤将片基材1层1层地依次赋形于角锥形状的模具后, 关闭上模, 然后将下模于120℃加热10分钟。结果, 得到了良好的增强纤维层叠体而未产生大的褶皱。

[0123] <成型体>

[0124] 将得到的增强纤维层叠体配置于前述角锥形状的下模, 使用袋膜进行真空封装后, 将模具配置在气氛温度100℃的烘箱内。然后, 注入基体树脂 (环氧树脂), 于180℃气氛下进行固化。结果, 得到没有树脂未含浸部位的良好成型体。

[0125] (实施例2)

[0126] 除以下方面之外, 与实施例1同样地操作而得到碳纤维带。

[0127] • 作为布料, 使用采用特里科经编机而经编成编链+半畦编组织 (日文: 鎖+ハーフ

組織)状的、具有规则性的针织物(材质:聚酰胺、单位面积重量:10g/m²)。

[0128] <布料的伸长率测定>

[0129] 以与实施例1同样的方法测定伸长率,结果,纵行方向的伸长率为35%。

[0130] <碳纤维带材料的变形性>

[0131] 以与实施例1同样的方法实施基于2边把持法的画框法,结果,剪切角 θ [°]为0°至45°的范围内的拉伸载荷F[N]的最大值大于0.5[N],此外,该最大值在剪切角 θ [°]为0°至1.0°之间不存在。并且, $\Delta F/\Delta\theta=0.37$,确认到碳纤维带材料对于面内的剪切力显示出良好的变形性。

[0132] <增强纤维层叠体>

[0133] 以与实施例1同样的方法实施操作,结果,片基材不产生扭曲、褶皱,得到良好的增强纤维层叠体。

[0134] <成型体>

[0135] 以与实施例1同样的方法实施操作,结果,得到没有树脂未含浸部位的良好成型体。

[0136] (实施例3)

[0137] 除以下方面以外,与实施例1同样地操作而得到碳纤维带。

[0138] • 以与实施例1同样的方法,得到形态被固定的纱宽度3.5mm的碳纤维束,然后将10根的碳纤维束沿长度方向平行地对齐,将碳纤维束间的各间隙调整为约0.3mm,使最终得到的碳纤维带材料的宽度为38mm、除布料外的带单位面积重量为271g/m²。

[0139] • 针织面料与碳纤维束介由粘合剂粒子而如图4的(a)那样部分粘接(将粘合剂粒子以直径为4.5mm的球状体的形式配置成锯齿状)而一体化。

[0140] <碳纤维带材料的变形性>

[0141] 以与实施例1同样的方法实施基于2边把持法的画框法,结果,剪切角 θ [°]为0°至45°的范围内的拉伸载荷F[N]的最大值大于0.5[N],此外,该最大值在剪切角 θ [°]为0°至1.0°之间不存在。并且, $\Delta F/\Delta\theta=0.17$,确认到碳纤维带材料对于面内的剪切力显示出良好的变形性。

[0142] <增强纤维层叠体>

[0143] 以与实施例1同样的方法实施操作,结果,片基材不产生扭曲、褶皱,得到良好的增强纤维层叠体。

[0144] <成型体>

[0145] 以与实施例1同样的方法实施操作,结果得到没有树脂未含浸部位的良好成型体。

[0146] (实施例4)

[0147] 除以下方面以外,与实施例1同样地操作而得到碳纤维带。

[0148] • 以与实施例1同样的方法,得到形态被固定的纱宽度7.0mm的碳纤维束,然后将5根碳纤维束沿长度方向平行地对齐,将碳纤维束间的各间隙调整为约0.7mm,使最终得到的碳纤维带材料的宽度为38mm、除布料外的带单位面积重量为135g/m²。

[0149] • 针织面料与碳纤维束介由粘合剂粒子如图7的(a)那样在与碳纤维束的纤维取向正交的方向上离散地部分粘接(各碳纤维束(宽度7mm)之中,将距中心为5mm宽度的范围

沿长度方向连续粘接)而一体化。

[0150] <碳纤维带材料的变形性>

[0151] 以与实施例1同样的方法实施基于2边把持法的画框法,结果,剪切角 θ [°]为0°至45°的范围内的拉伸载荷F[N]的最大值大于0.5[N],此外,该最大值在剪切角 θ [°]为0°至1.0°之间不存在。并且, $\Delta F / \Delta \theta = 0.33$,确认到碳纤维带材料对于面内的剪切力显示出良好的变形性。

[0152] <增强纤维层叠体>

[0153] 以与实施例1同样的方法实施操作,结果,片基材不产生扭曲、褶皱,得到良好的增强纤维层叠体。

[0154] <成型体>

[0155] 以与实施例1同样的方法实施操作,结果,得到没有树脂未含浸部位的良好成型体。

[0156] (实施例5)

[0157] 除以下方面以外,与实施例1同样地操作而得到碳纤维带。

[0158] • 作为布料,使用Spunfab公司制无纺布(材质:聚酰胺、单位面积重量:6g/m²)。

[0159] • 以与实施例1同样的方法,得到形态被固定的纱宽度3.5mm的碳纤维束,然后将10根的碳纤维束沿长度方向平行地对齐,将碳纤维束间的各间隙调整为0.3mm,使最终得到的碳纤维带材料的宽度成为38mm、除布料外的带单位面积重量成为271g/m²

[0160] • 无纺布与碳纤维束介由粘合剂粒子如图4的(a)那样进行部分粘接(将粘合剂粒子以直径为4.5mm的球状体的形式配置成锯齿状)而一体化。

[0161] <布料的伸长率测定>

[0162] 以与实施例1同样的方法测定伸长率,结果,纵行方向的伸长率成为10%,得到良好的变形性。

[0163] <碳纤维带材料的变形性>

[0164] 以与实施例1同样的方法实施基于2边把持法的画框法,结果,剪切角 θ [°]为0°至45°的范围内的拉伸载荷F[N]的最大值大于0.5[N],此外,该最大值在剪切角 θ [°]为0°至1.0°之间不存在。并且, $\Delta F / \Delta \theta = 0.23$,确认到碳纤维带材料对于面内的剪切力显示出良好的变形性。

[0165] <增强纤维层叠体>

[0166] 以与实施例1同样的方法实施操作,结果,片基材不产生扭曲、褶皱,得到良好的增强纤维层叠体。

[0167] <成型体>

[0168] 以与实施例1同样的方法实施操作,结果,得到没有树脂未含浸部位的良好成型体。

[0169] (比较例1)

[0170] 除以下方面以外,与实施例1同样地操作而得到碳纤维带。

[0171] • 作为布料,使用Spunfab公司制无纺布(材质:聚酰胺、软化点温度:130°C、单位面积重量:10g/m²)。

[0172] • 将未附着粘合剂粒子的10根碳纤维束沿长度方向平行地对齐,然后在其一面配

置软化点温度130℃的无纺布,于130℃加热而将无纺布熔融,由此将无纺布与碳纤维束整面粘接而一体化。如此,得到宽度为50mm、除布料外的带单位面积重量为206g/m²、碳纤维束间的各间隙为0.2mm的碳纤维带材料。

[0173] <布料的伸长率测定>

[0174] 以与实施例1同样的方法测定伸长率,结果,纵行方向的伸长率成为3%,无法得到良好的变形性。

[0175] <碳纤维带材料的变形性>

[0176] 以与实施例1同样的方法实施基于2边把持法的画框法,结果,剪切角 θ [°]为0°至45°的范围内的拉伸载荷F[N]的最大值大于0.5[N],此外,该最大值在剪切角 θ [°]为0°至1.0°之间不存在。并且, $\Delta F/\Delta\theta=1.2$,确认了碳纤维带材料对于面内的剪切力不显示良好的变形性。

[0177] <增强纤维层叠体>

[0178] 以与实施例1同样的方法实施操作,结果,片基材中发现了扭曲、褶皱,无法得到良好的增强纤维层叠体。

[0179] <成型体>

[0180] 以与实施例1同样的方法实施操作,结果,得到在产生褶皱的部位具有树脂未含浸部位的成型体。

[0181] [表1]

[0182]

表 1

	布料形态	布料单位面积重量 [g/m ²]	布料伸长率 [%]	纤维束间的间隙 [mm]	带宽度 [mm]	除布料外的带单位面积重量 [g/m ²]	带单位面积重量 [g/m ²]	粘接图案	$\Delta F/\Delta 0$
实施例 1	针织物 (经编六角网眼组织)	8	52	0.2	50	206	214	图 4 的 (b)	0.3
实施例 2	针织物 (编链 + 半畦编组织)	10	35	0.2	50	206	216	图 4 的 (b)	0.37
实施例 3	针织物 (经编六角网眼组织)	8	52	0.3	38	271	279	图 4 的 (a)	0.17
实施例 4	针织物 (经编六角网眼组织)	8	52	0.7	38	135	143	图 7 的 (a)	0.33
实施例 5	无纺布	6	10	0.3	38	271	277	图 4 的 (a)	0.23
比较例 1	无纺布	10	3	0.2	50	206	216	整面	1.2

[0183] 产业上的可利用性

[0184] 对于本发明的碳纤维带材料、使用其的增强纤维层叠体,由于基体树脂的含浸性

优异,因而使用上述增强纤维层叠体而得到的成型体特别适合用于面向航空器、汽车、船舶等的大型部件、风车叶片这样的一般产业用途的部件。

[0185] 附图标记说明

[0186] 100、200、300、400、500、900、1100 碳纤维带材料

[0187] 101、201、301、401、501、601、1101 碳纤维束

[0188] 102、202、302、402、1102 碳纤维束组

[0189] 103、203、303、403、503、603、703、803、1103 布料

[0190] 106、206、306 间隙

[0191] 204、304、1104 树脂粘合剂

[0192] 305、405、505、605、705、1105 粘接区域

[0193] 807 夹具

[0194] 808 印记

[0195] 902 夹持部

[0196] 903 未把持碳纤维带材料的2边

[0197] 904 画框夹具

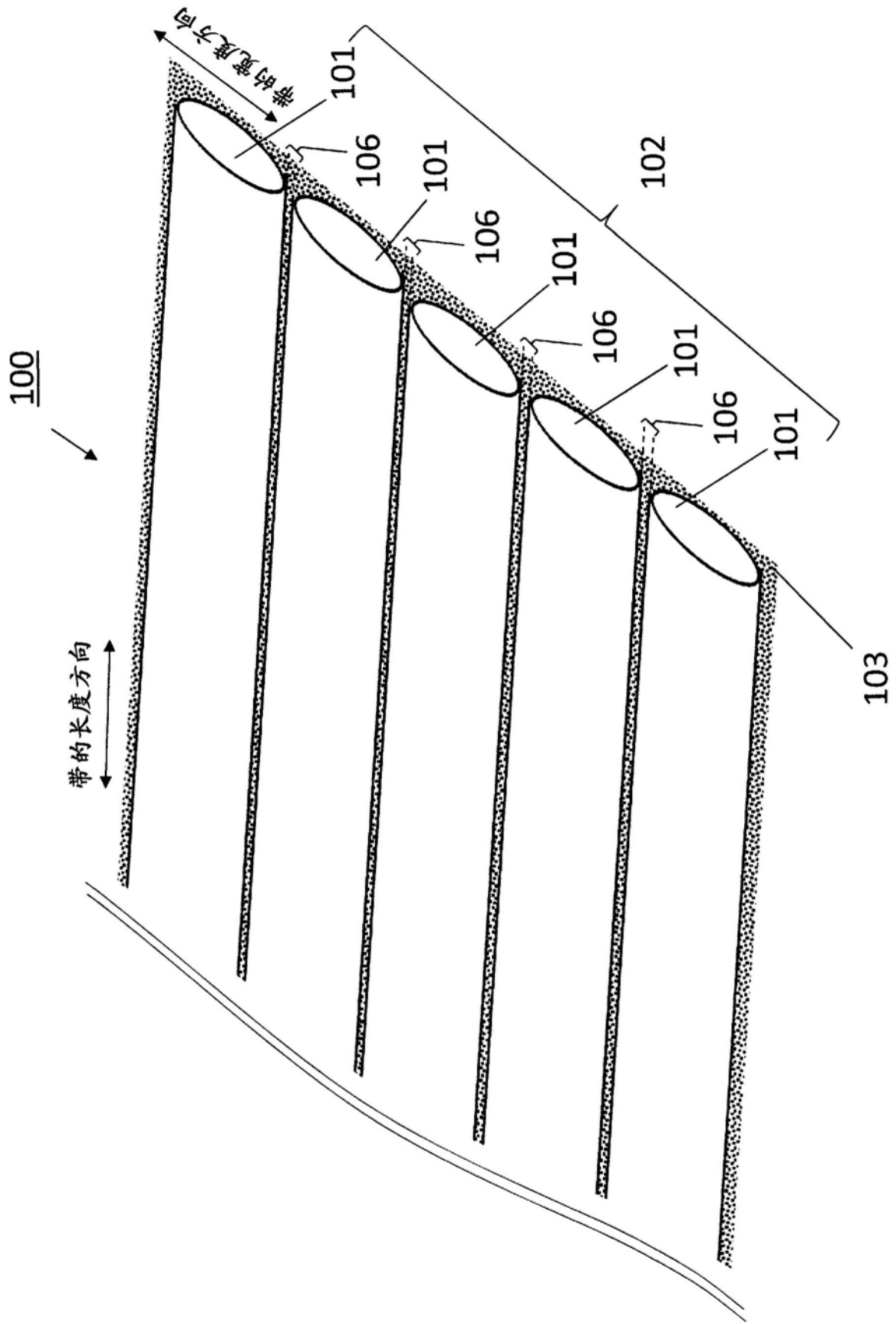


图1

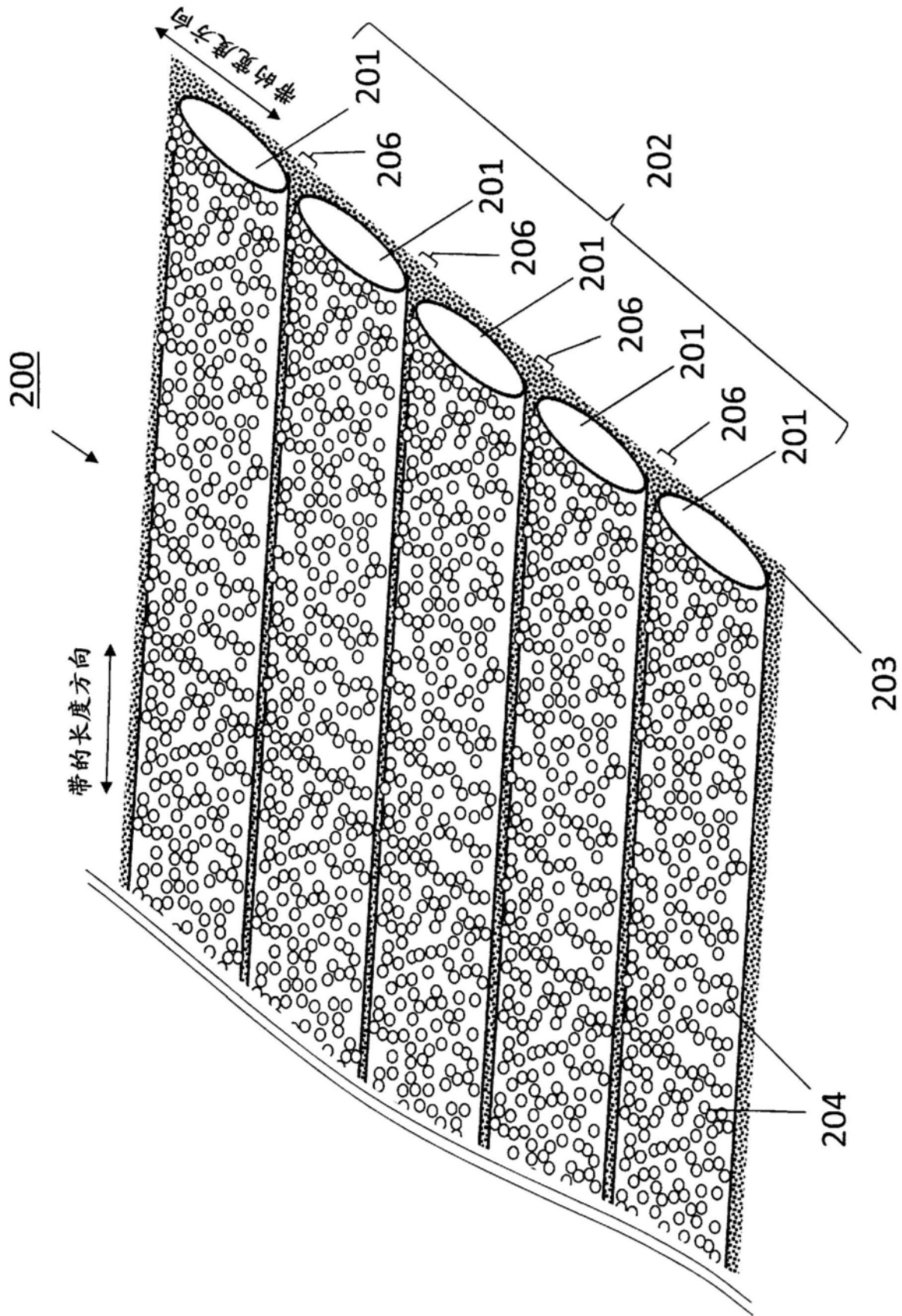


图2

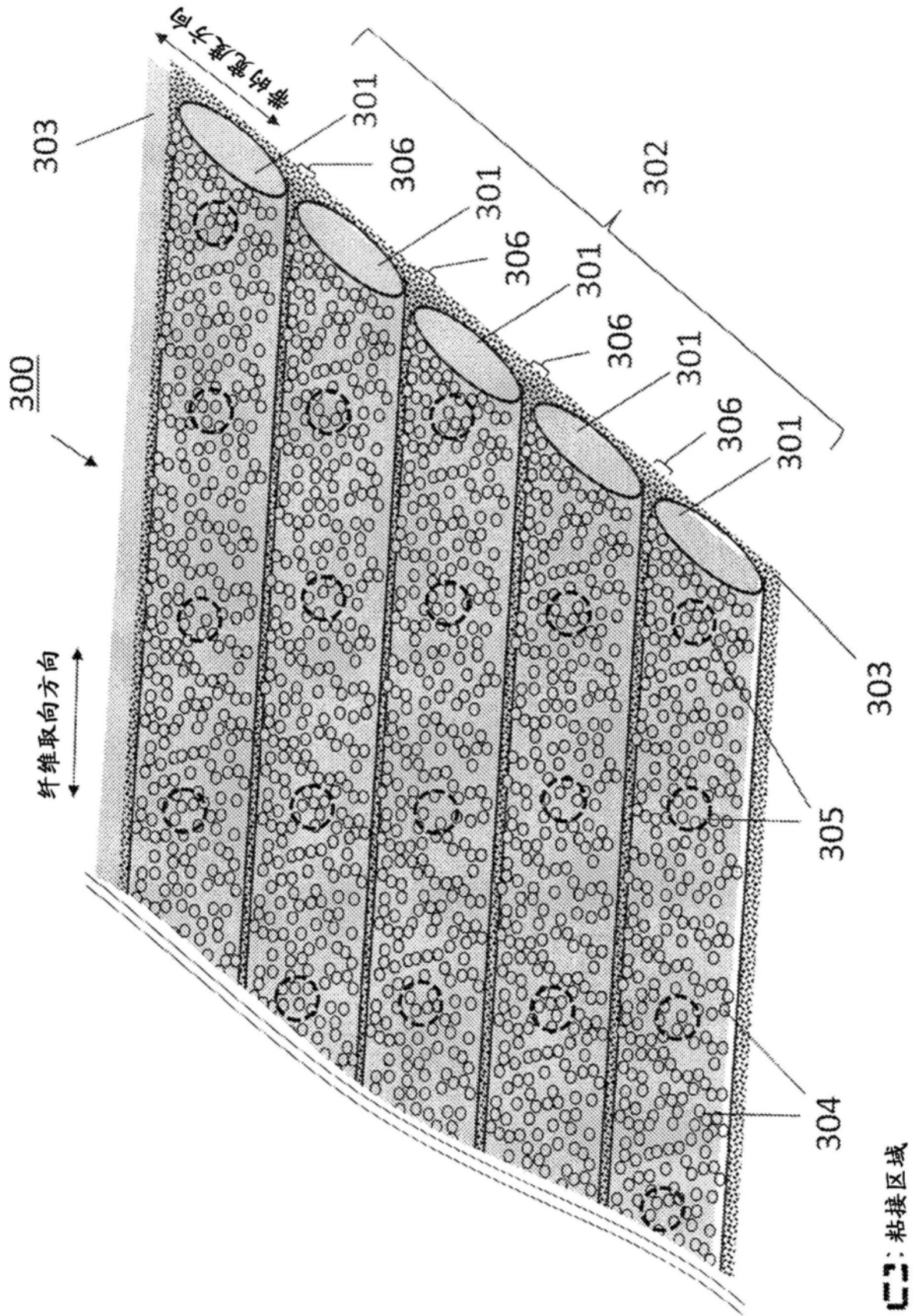


图3

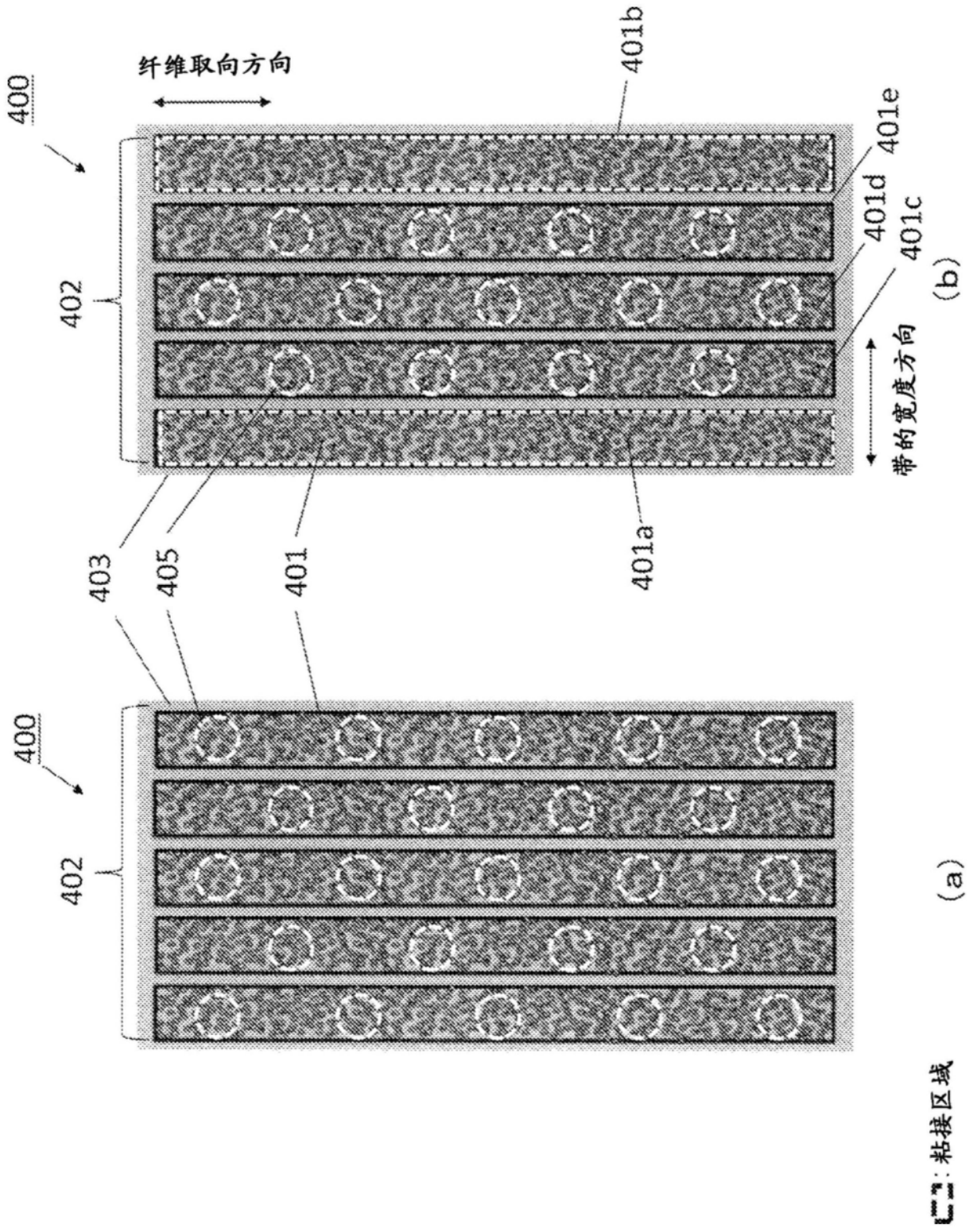


图4

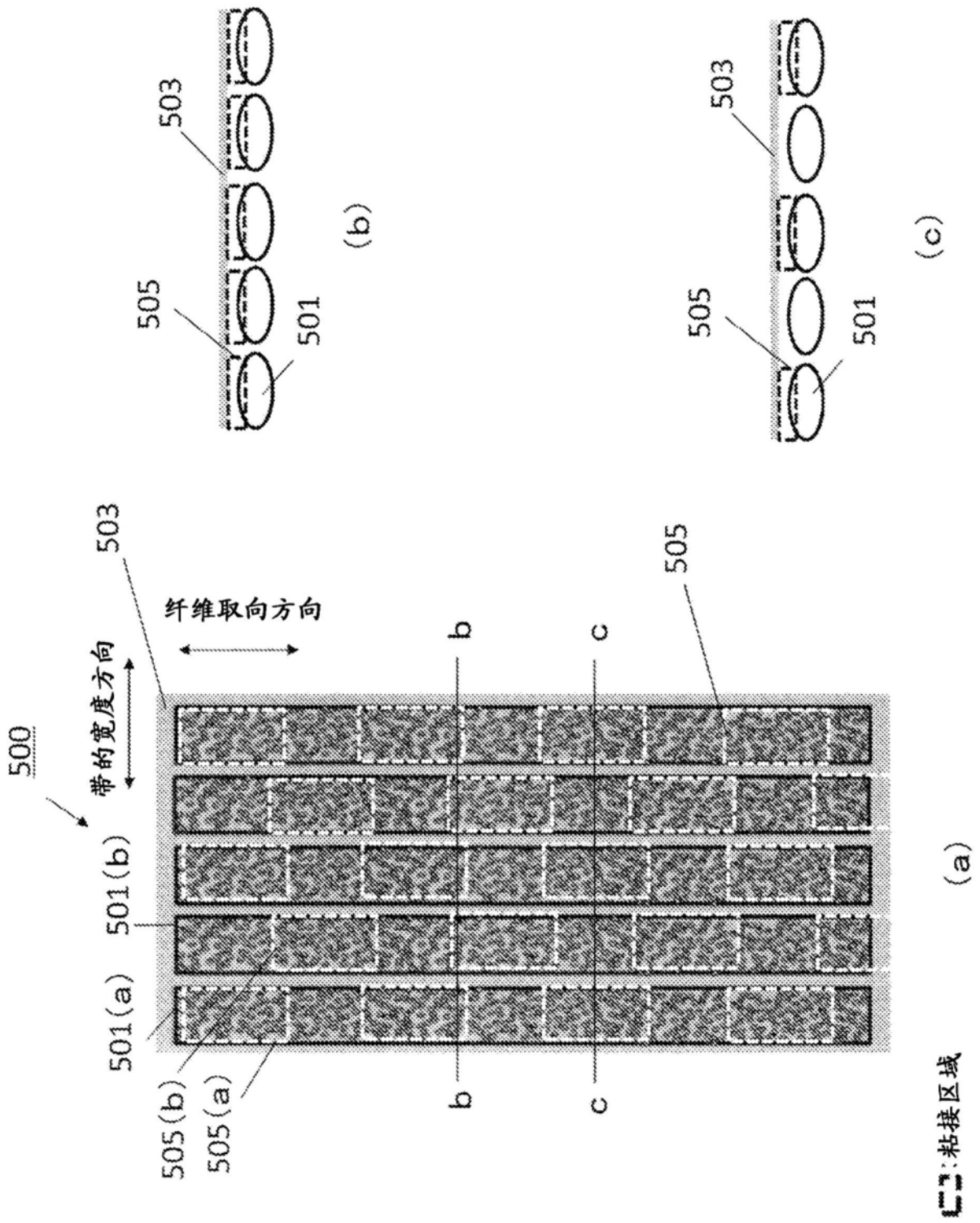


图5

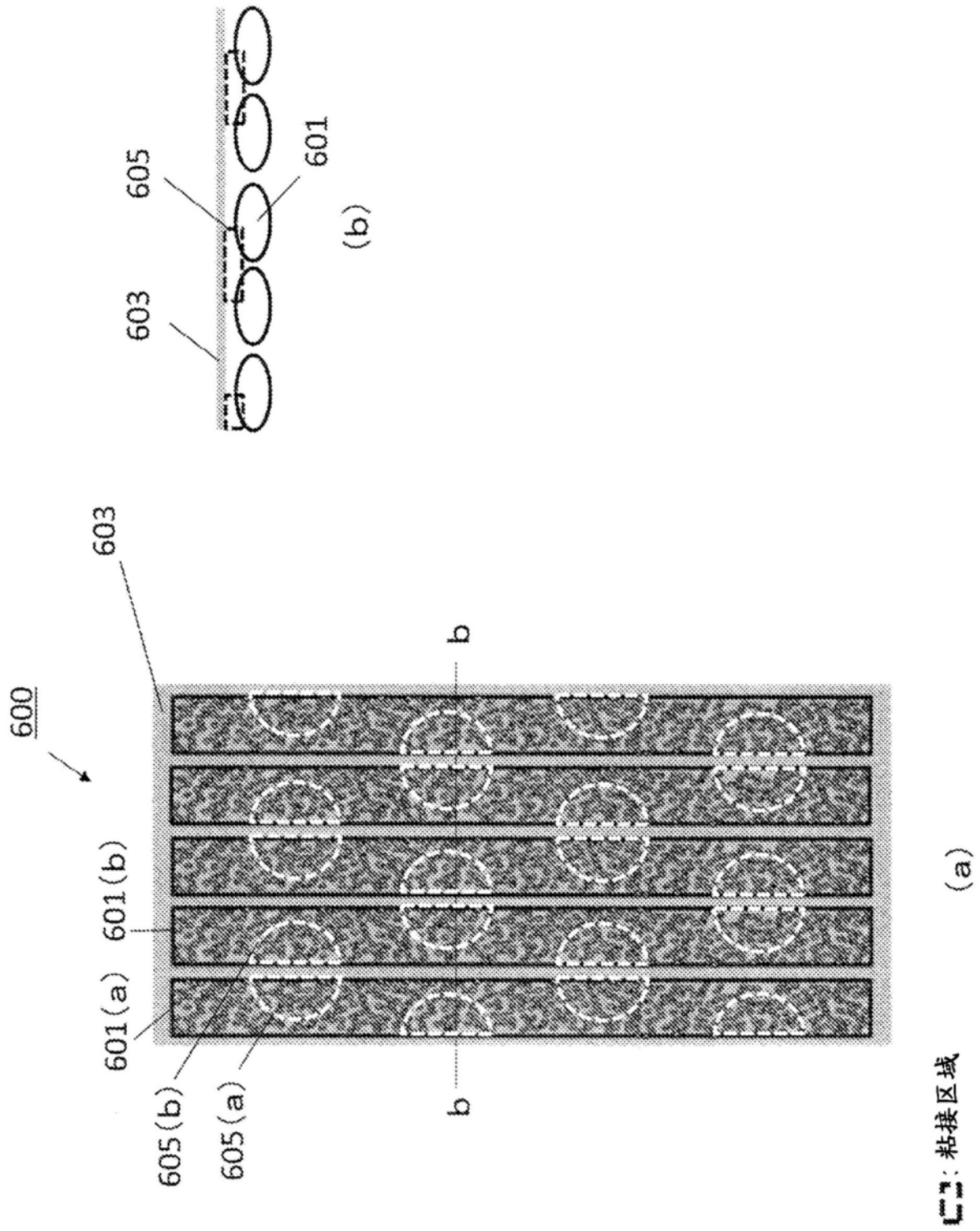


图6

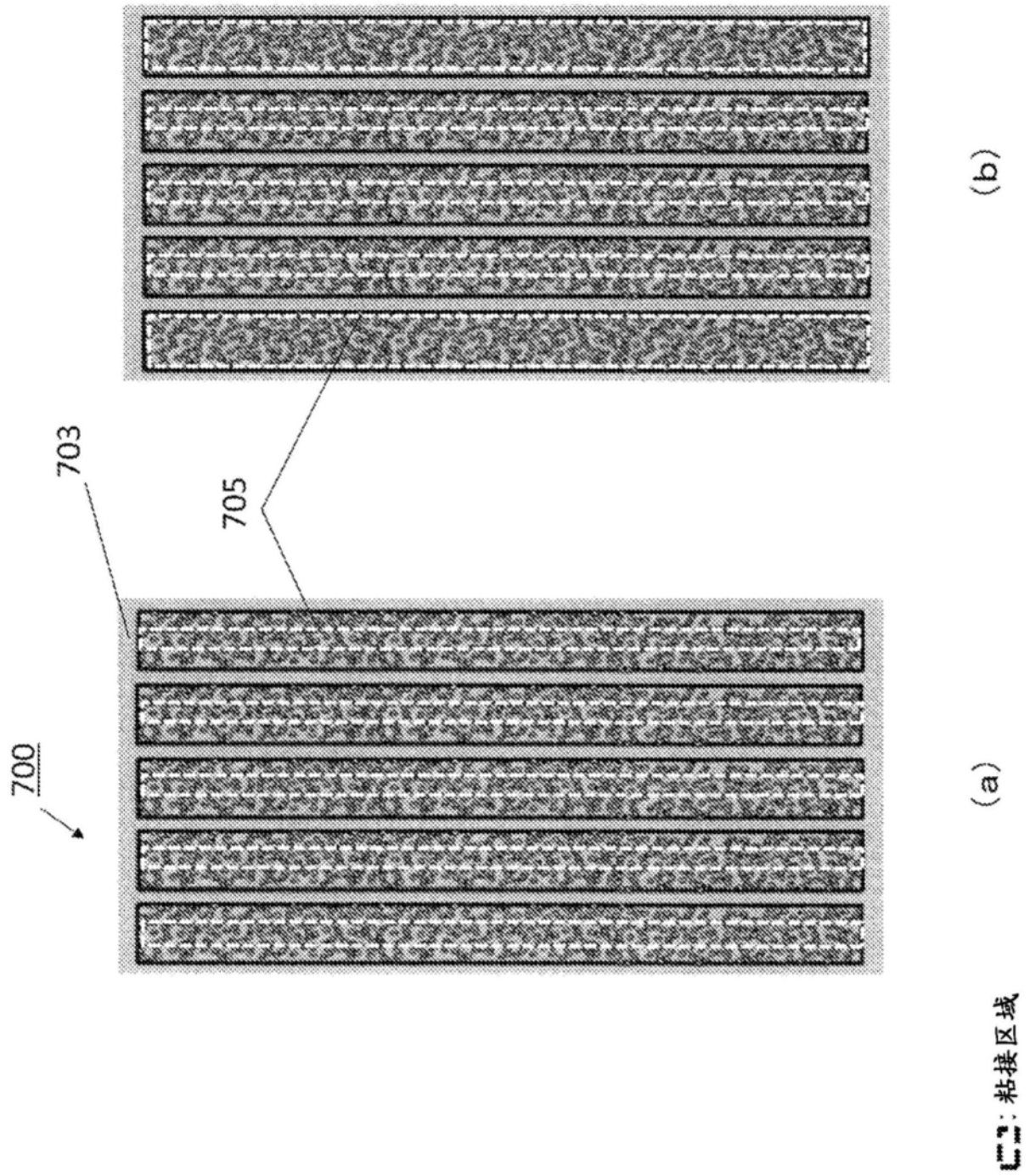


图7

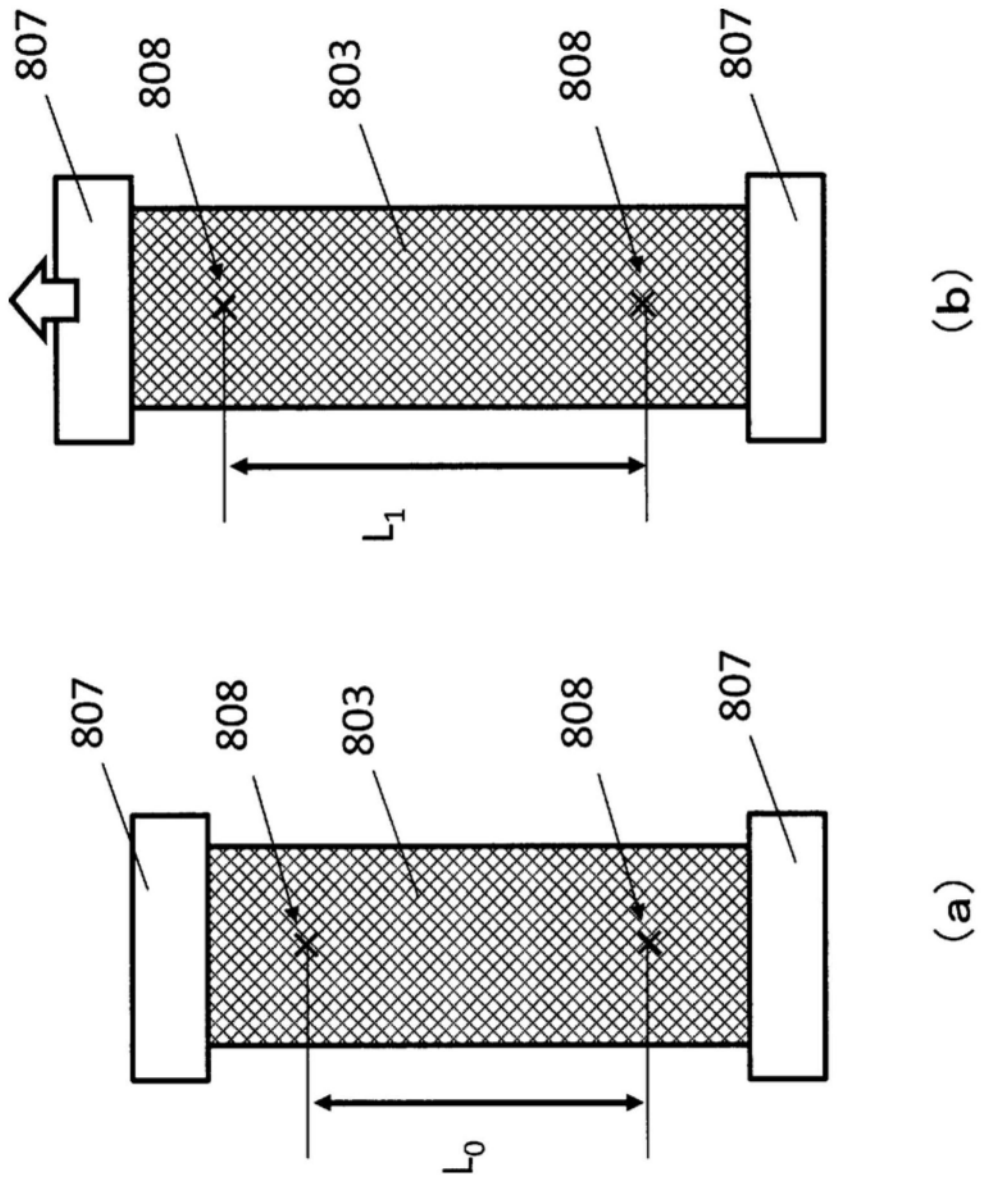


图8

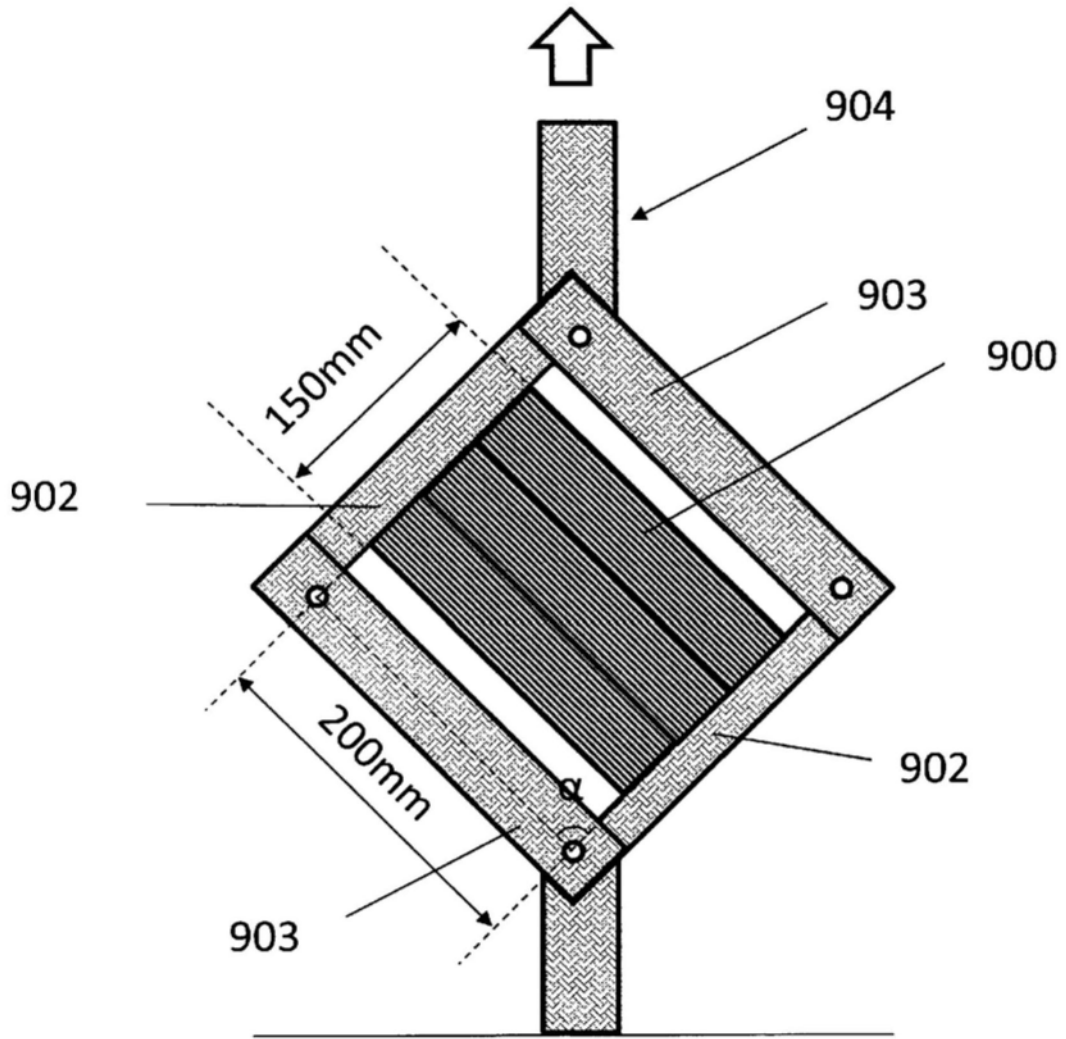
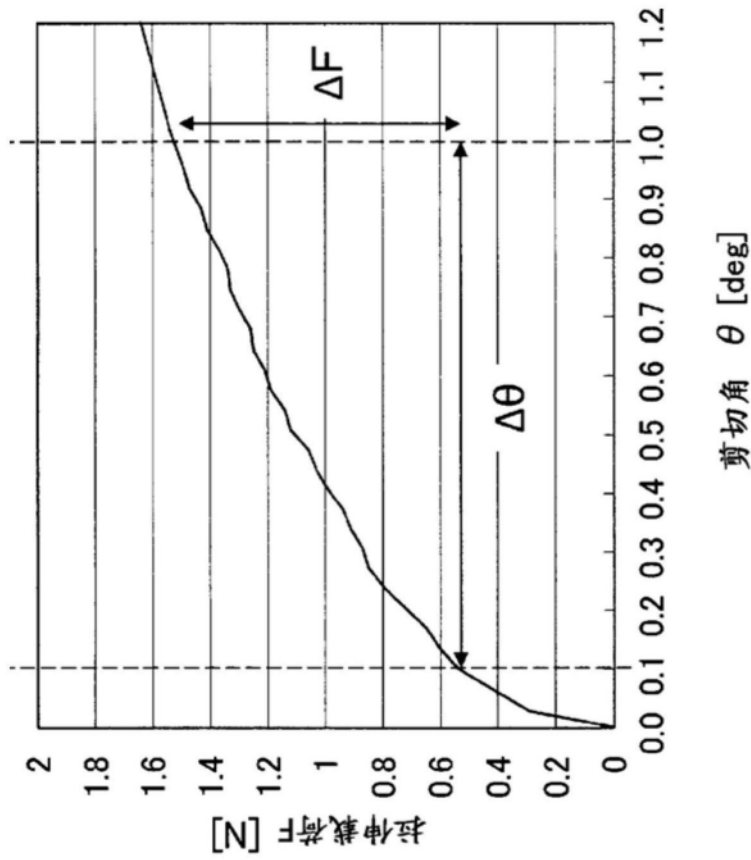
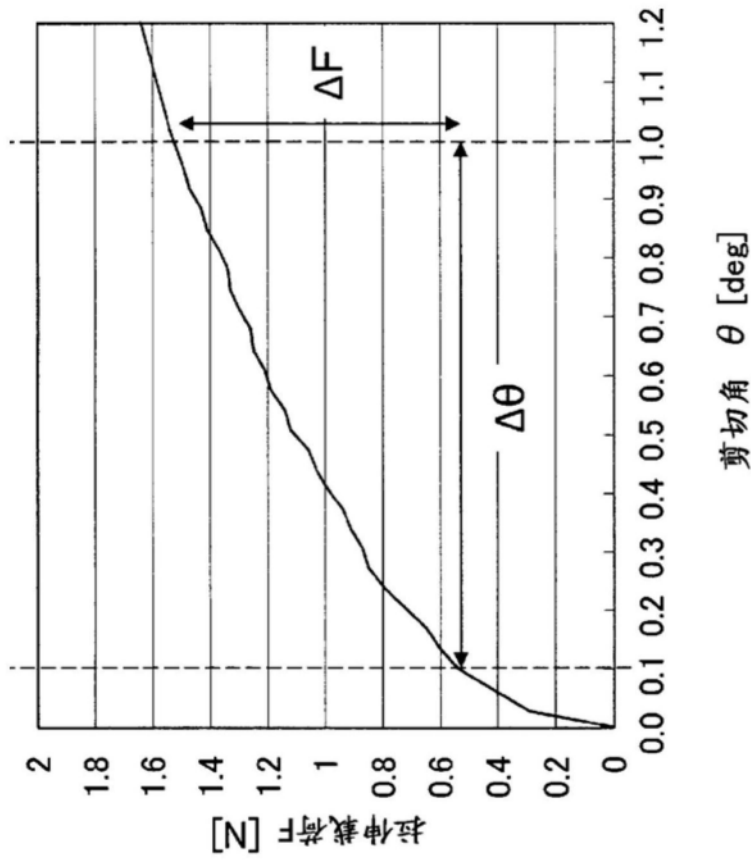


图9

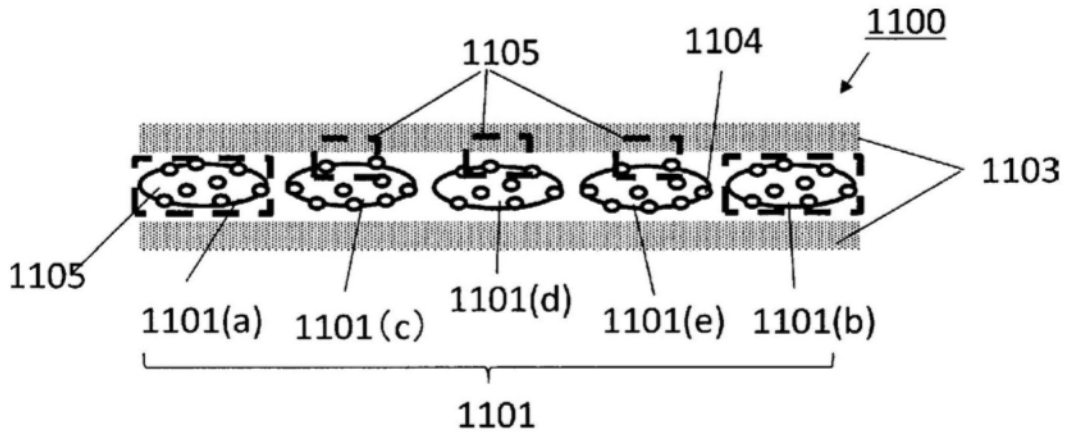


(a)

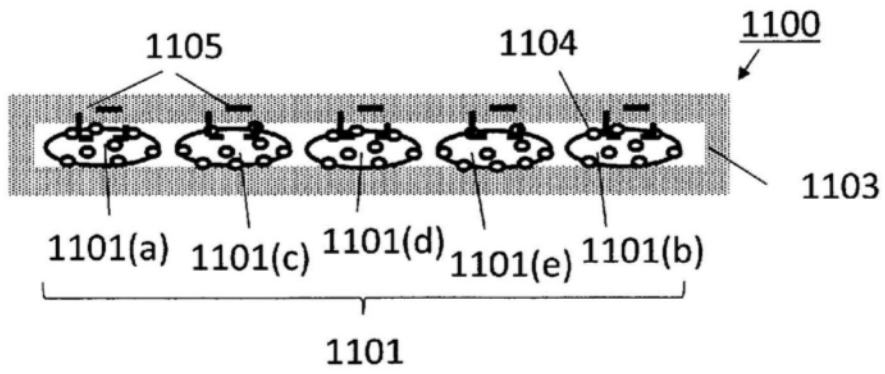


(b)

图10



(a)



(b)

图11