



(21) 申请号 201980012678.2

(22) 申请日 2019.02.22

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 111699210 A

(43) 申请公布日 2020.09.22

(30) 优先权数据
2018-039436 2018.03.06 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2020.08.10

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2019/006728 2019.02.22

(87) PCT国际申请的公布数据
W02019/171982 JA 2019.09.12

(73) 专利权人 东丽株式会社
地址 日本东京都

(72) 发明人 三浦真吾 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.
C08J 5/04 (2006.01)
B32B 5/26 (2006.01)

(56) 对比文件
CN 107107394 A, 2017.08.29
CN 106470825 A, 2017.03.01
WO 03064153 A1, 2003.08.07
CN 102958657 A, 2013.03.06

审查员 杨新萌

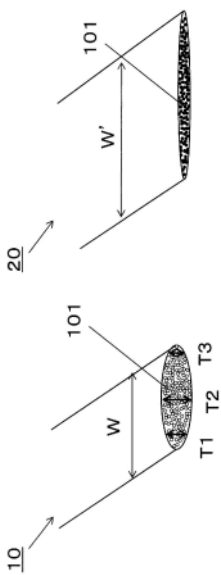
权利要求书1页 说明书16页 附图5页

(54) 发明名称

纤维铺放用干式带材料及其制造方法、以及使用其的增强纤维层叠体及纤维增强树脂成型体

(57) 摘要

为了提供拉齐而制成增强纤维基材时树脂的含浸性良好、且能够提供适于纤维铺放法的高生产率、成型时可获得高的力学强度的增强纤维带材料，而制作下述纤维铺放用干式带材料，其特征在于，具有多根满足下述(i)～(iii)的增强纤维线束，前述多根增强纤维线束利用第二树脂材料而彼此束缚并一体化。(i)对于前述增强纤维线束而言，截面的宽度方向上的两端部的厚度T1(μm)及T3(μm)相对于前述增强纤维线束的中央部的厚度T2(μm)均在50～200%的范围内；(ii)对于前述增强纤维线束而言，单丝数N(单位：K)及宽度W(mm)满足 $4.8 < N/W < 12$ 的关系；(iii)对于前述增强纤维线束而言，通过玻璃化转变温度T_g或熔点T_m为40℃以上且200℃以下的加热熔融性的第一树脂材料而保持形态。



1. 纤维铺放用干式带材料, 其特征在于, 具有多根满足下述 (i) ~ (iii) 的增强纤维线束, 所述多根增强纤维线束通过第二树脂材料而彼此束缚并一体化,

(i) 对于所述增强纤维线束而言, 其是以与作为前体的增强纤维集合体的单丝数相等的单丝数、且截面的宽度方向上的两端部的厚度 T_1 及 T_3 相对于所述增强纤维线束的中央部的厚度 T_2 均在50~200%的范围内的方式, 对所述增强纤维集合体的宽度、厚度进行调节而得到的, 厚度 T_1 、 T_2 及 T_3 的单位是 μm ;

(ii) 对于所述增强纤维线束而言, 宽度 W 小于30mm, 并且单丝数 N 及宽度 W 满足 $5 \leq N/W < 12$ 的关系, 宽度 W 的单位是mm, 单丝数 N 的单位是K;

(iii) 对于所述增强纤维线束而言, 通过玻璃化转变温度 T_g 或熔点 T_m 为40℃以上且200℃以下的加热熔融性的第一树脂材料将所述增强纤维线束中包含的多根增强纤维单丝彼此固定, 由此来保持形态。

2. 如权利要求1所述的纤维铺放用干式带材料, 其中, 对于所述增强纤维线束而言, 在相邻的增强纤维线束之间具有间隙, 并与该增强纤维线束的长度方向平行地配置。

3. 如权利要求1或2所述的纤维铺放用干式带材料, 其中, 所述第一树脂材料以可见的状态附着或部分含浸于所述增强纤维线束的表面、或者以从表面不可见的状态含浸于所述增强纤维线束的内部, 由此将所述增强纤维线束中包含的多根增强纤维单丝固定并束缚。

4. 增强纤维层叠体, 其是将权利要求1~3中任一项所述的纤维铺放用干式带材料排列并层叠、并使其层间固着而得到的。

5. 纤维增强树脂成型体, 其是使基体树脂含浸并固化于权利要求4所述的增强纤维层叠体中而得到的。

6. 纤维铺放用干式带材料的制造方法, 其特征在于, 将按下述 (i) (ii) 的顺序得到的多根增强纤维线束利用第二树脂材料而彼此束缚并一体化,

(i) 对作为前体的增强纤维集合体, 以与所述增强纤维集合体的单丝数相等的单丝数进行调节, 以在所述增强纤维线束的截面中、宽度方向上的两端部的厚度 T_1 及 T_3 相对于宽度方向上的中央部的厚度 T_2 均在50~200%的范围内的方式进行厚度调节, 并且以所述增强纤维线束的宽度 W 小于30mm、并且单丝数 N 与宽度 W 的关系满足 $5 \leq N/W < 12$ 的方式进行宽度调节, 厚度 T_1 、 T_2 及 T_3 的单位是 μm , 宽度 W 的单位是mm, 单丝数 N 的单位是K;

(ii) 将玻璃化转变温度 T_g 或熔点 T_m 为40℃以上且200℃以下的加热熔融性的第一树脂材料配置于表面, 通过加热、冷却而得到多根增强纤维单丝彼此固定的增强纤维线束。

7. 如权利要求6所述的纤维铺放用干式带材料的制造方法, 其中, 所述 (ii) 中, 配置于表面的所述第一树脂材料为粒子形状。

纤维铺放用干式带材料及其制造方法、以及使用其的增强纤维层叠体及纤维增强树脂成型体

技术领域

[0001] 本发明涉及增强纤维带材料、及其配置并层叠而成的增强纤维层叠体及其成型品、以及增强纤维带材料的制造方法。

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,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)等这样之后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,然后进行模具压紧而使树脂含浸。

[0003] 以往,使树脂含浸并固化从而成型的增强纤维层叠体通过下述方式形成:从机织物、非卷曲织物(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)构成且制成一定宽度的(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,将其赋形为三维形状并固着。但是,当如此从一定宽度的布帛中切出所期望形状时,这之后会大量生成残留的端材。即,增强纤维的废弃量变多。如此,就预先制成呈一定宽度的布帛形态的增强纤维基材的以往的方法而言,存在制造成本变高这样的课题。

[0004] 针对这样的课题,以成为与制品形状相适应的所期望的形状的方式仅将增强纤维束配置于需要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干式带材料有关的现有技术,例如专利文献1(日本特表2012-510385号公报)中提出了避免带端部的散开、构成带的线束宽度的标准偏差为0.25mm以下的材料及其制造方法。

[0006] 另外,专利文献2(日本特表2017-521291号公报)中提出了下述干式带材料及其制造方法,就所述干式带材料而言,从预制品的制作时至向该预制品注入并含浸树脂而制成纤维增强树脂成型体的成型工序,能够抑制线束的厚度变化。该技术中,通过使用两种粘结剂将一个方向纤维束内整体固定,从而能够实现与纤维增强树脂成型体的最终厚度接近的低体积(bulk)特性。

[0007] 另外,关于碳纤维束的宽度控制技术,文献3(日本特开2005-280348号公报)中提出了在将纱宽度扩幅后再缩幅的技术。该技术中,通过将12K的增强纤维束扩幅并缩幅,从而能够将宽度控制成为7.9mm。

[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2005-280348号公报

发明内容

[0013] 发明要解决的课题

[0014] 然而,就由纤维铺放法制造的增强纤维基材而言,由于增强纤维束的直线性,树脂注入时的树脂流路少,与以往的机织物、NCF相比,含浸性极差。含浸性差时,注入成型中的树脂注入所需要的时间变长,由此生产周期变长,注入成型的高生产率这样的优点丧失。另外,在注入成型中,需要在注入的树脂的粘度变高之前(即,在适用期内)完成树脂注入,若增强纤维基材的含浸性差,则可使用的树脂、工艺受限。

[0015] 特别地,在纤维铺放法中,干式带材料沿面方向被引导辊压抵,经配置辊一边受到压力一边配置于模具上,由此存在带原本的宽度发生变化的情况。由此,增强纤维束间的间隙(空隙)被填埋时,则会阻塞树脂流路,在树脂注入成型时,树脂难以在增强纤维基材内高速流动。因此,对于所配置的干式带材料,要求尺寸稳定性优异、能够确保增强纤维基材的树脂流动流路的材料。

[0016] 另一方面,作为干式带材料,为了通过相邻的线束彼此的间隙来确保大量的树脂流路,要求能够以窄的宽度进行配置的材料。因此,就构成干式带材料的增强纤维线束而言,在其制造工序期间,宽度被控制。但是,增强纤维线束在从缩小宽度的工序中通过时,端部发生摩擦而鼓起或者偏向一侧,由此与增强纤维线束中央部的厚度相比,端部的厚度容易变得不均匀。而且,就由以这样的方式卷绕的增强纤维线束形成的干式带材料而言,特别是在利用纤维铺放法进行配置时、利用配置辊一边受到压力一边配置于模具上的情况下,带本来的宽度发生变化,作为增强纤维基材的含浸性也降低。

[0017] 此处,专利文献1所记载的发明中,虽然能够使配置带材料时的纤维束间隔固定,但例如构成带的由24K单丝形成的增强纤维束具有5~12mm的宽度。利用纤维铺放法将由这样的增强纤维束形成的带沿一个方向进行配置时,由于增强纤维束的宽度为5mm以上,因此无法在纤维束间形成大量细的流路,无法充分地确保成型时的树脂流动性。另外,还存在下述课题:在前述增强纤维束的制造工序中,因宽度调节而增强纤维线束的端部鼓起,在配置工序中的增强纤维线束加压时,宽度、厚度的尺寸发生变化。因此,特别是在树脂以高速流动时,增强纤维束内容易产生未含浸的部位,另一方面,在得到的FRP中,在增强纤维束周边形成富树脂区域,容易以该富树脂区域为起点产生破坏,从而力学强度可能降低。

[0018] 另外,在专利文献2所记载的发明中,提出了宽度为0.1~61cm的带,但该带并非是将具有特定单丝数的线束缩窄而制成1根的带,而是通过从网状的制品分切、将单丝数分割而使宽度变窄的制品。因此,生产率可能大幅降低。另外,该带状材料为抑制增强纤维线束

的厚度变化的材料,在干式带材料配置工序时的宽度变化、尺寸稳定性方面存在问题。

[0019] 此外,就专利文献3所记载的发明而言,通过控制增强纤维束的宽度来确保后续工序中得到的机织物的品质稳定性,但并未制作纤维铺放用的带材料。另外,由此得到的增强纤维束无法抑制厚度及宽度变化,宽度 $W[\text{mm}]$ 相对于单丝数 $N[\text{K}]$ 的比例 N/W 也为1.6以下,假设作为纤维铺放用的带使用,也无法形成细的流路,无法确保树脂流动性。

[0020] 本发明在于解决上述现有技术的课题,具体而言,提供下述带材料及其制造方法,就所述带材料而言,拉齐而制作增强纤维基材时树脂的含浸性良好,并且能够提供适于纤维铺放法的高生产率,成型时可获得高力学强度。另外,提供由上述带材料得到的层叠片基材(增强纤维层叠体)及由该片基材得到的纤维增强树脂成型体。

[0021] 用于解决课题的手段

[0022] 本发明是为了解决上述课题的至少一部分而作出的,能够通过以下的任意形态而实现。

[0023] (1)纤维铺放用干式带材料,其特征在于,具有多根满足下述(i)~(iii)的增强纤维线束,前述多根增强纤维线束利用第二树脂材料而彼此束缚并一体化。

[0024] (i)对于前述增强纤维线束而言,截面的宽度方向上的两端部的厚度 $T1(\mu\text{m})$ 及 $T3(\mu\text{m})$ 相对于前述增强纤维线束的中央部的厚度 $T2(\mu\text{m})$ 均在50~200%的范围内;

[0025] (ii)对于前述增强纤维线束而言,单丝数 N (单位:K)及宽度 $W(\text{mm})$ 满足 $4.8 < N/W < 12$ 的关系;

[0026] (iii)对于前述增强纤维线束而言,通过玻璃化转变温度 T_g 或熔点 T_m 为40℃以上且200℃以下的加热熔融性的第一树脂材料而保持形态。

[0027] (2)如前述(1)所述的纤维铺放用干式带材料,其中,对于前述增强纤维线束而言,在相邻的增强纤维线束之间具有间隙,并与该增强纤维线束的长度方向平行地配置。

[0028] (3)如前述(1)或(2)所述的纤维铺放用干式带材料,其中,前述第一树脂材料以可见的状态附着或部分含浸于前述增强纤维线束的表面、或者以从表面不可见的状态含浸于前述增强纤维线束的内部,由此将该增强纤维线束中包含的多根增强纤维单丝固定并束缚。

[0029] (4)纤维铺放用干式带材料,其特征在于,具有1根满足下述(i)~(iii)的增强纤维线束,前述1根增强纤维线束通过第二树脂材料而束缚并一体化。

[0030] (i)对于前述增强纤维线束而言,截面的宽度方向上的两端部的厚度 $T1(\mu\text{m})$ 及 $T3(\mu\text{m})$ 相对于前述增强纤维线束的中央部的厚度 $T2(\mu\text{m})$ 均在50~200%的范围内;

[0031] (ii)对于前述增强纤维线束而言,单丝数 N (单位:K)及宽度 $W(\text{mm})$ 满足 $4.8 < N/W < 12$ 的关系;

[0032] (iii)对于前述增强纤维线束而言,通过玻璃化转变温度 T_g 或熔点 T_m 为40℃以上且200℃以下的加热熔融性的第一树脂材料而保持形态。

[0033] (5)增强纤维层叠体,其是将前述(1)~(4)中任一项所述的纤维铺放用干式带材料排列并层叠、并使其层间固着而得到的。

[0034] (6)纤维增强树脂成型体,其是使基体树脂含浸并固化于前述(5)所述的增强纤维层叠体而得到的。

[0035] (7)纤维铺放用干式带材料的制造方法,其特征在于,将按下述(i)(ii)的顺序得

到的多根增强纤维线束利用第二树脂材料而彼此束缚并一体化，

[0036] (i) 以在前述增强纤维线束的截面中、宽度方向上的两端部的厚度 $T1(\mu\text{m})$ 及 $T3(\mu\text{m})$ 相对于宽度方向上的中央部的厚度 $T2(\mu\text{m})$ 均在 $50\sim 200\%$ 的范围内的方式进行厚度调节，并且以前述增强纤维线束的单丝数 N (单位:K)及宽度 $W(\text{mm})$ 的关系满足 $4.8 < N/W < 12$ 的方式进行宽度调节；

[0037] (ii) 将玻璃化转变温度 T_g 或熔点 T_m 为 40°C 以上且 200°C 以下的加热熔融性的第一树脂材料配置于表面，通过加热、冷却而得到增强纤维线束。

[0038] (8) 纤维铺放用干式带材料的制造方法，其特征在于，将按下述(i)(ii)的顺序得到的1根增强纤维线束利用第二树脂材料而束缚并一体化。

[0039] (i) 以在前述增强纤维线束的截面中、宽度方向上的两端部的厚度 $T1(\mu\text{m})$ 及 $T3(\mu\text{m})$ 相对于宽度方向上的中央部的厚度 $T2(\mu\text{m})$ 均在 $50\sim 200\%$ 的范围内的方式进行厚度调节，并且以前述增强纤维线束的单丝数 N (单位:K)及宽度 $W(\text{mm})$ 的关系满足 $4.8 < N/W < 12$ 的方式进行宽度调节；

[0040] (ii) 将玻璃化转变温度 T_g 或熔点 T_m 为 40°C 以上且 200°C 以下的加热熔融性的第一树脂材料配置于表面，通过加热、冷却而得到增强纤维线束。

[0041] (9) 如前述(7)或(8)所述的纤维铺放用干式带材料的制造方法，其中，前述(ii)中，配置于表面的前述第一树脂材料为粒子形状。

[0042] 发明的效果

[0043] 根据本发明的带材料及层叠片基材(增强纤维层叠体)，制成增强纤维基材时树脂的含浸性良好，并且，能够提供适于纤维铺放法的高生产率，就注入树脂而得到的成型体而言，也可获得高力学强度。

[0044] 另外，使用由本发明的方法得到的带材料时，能够提高FRP的生产率及力学特性，此外，能够拓宽注入的树脂种类、处理工艺窗口的宽度。

附图说明

[0045] [图1]为构成本发明的一个实施方式涉及的碳纤维带材料(干式带材料)的增强纤维线束及作为其前体的增强纤维单丝集合体的概略图。

[0046] [图2]为本发明的一个实施方式涉及的碳纤维带材料的概略图，且为示出增强纤维线束由第一树脂材料保持形态的情况的图。

[0047] [图3]为本发明的一个实施方式涉及的碳纤维带材料的概略图。

[0048] [图4]为本发明的一个实施方式涉及的碳纤维带材料的概略图。

[0049] [图5]为本发明的一个实施方式涉及的、由碳纤维带材料形成的增强纤维片(增强纤维层叠体)的概略图。

[0050] [图6]为示出本发明的一个实施方式涉及的干式带材料的制造方法的一个工序的概略图。

具体实施方式

[0051] 就本发明中的干式带材料而言，

[0052] 为具有多根满足下述(i)~(iii)的增强纤维线束的纤维铺放用干式带材料，前述

多根增强纤维线束通过第二树脂材料而彼此束缚并一体化，

[0053] 或者为具有1根满足下述(i)～(iii)的增强纤维线束的纤维铺放用干式带材料，前述1根增强纤维线束通过第二树脂材料而束缚并一体化。

[0054] (i) 对于前述增强纤维线束而言，截面的宽度方向上的两端部的厚度 $T1(\mu\text{m})$ 及 $T3(\mu\text{m})$ 相对于前述增强纤维线束的中央部的厚度 $T2(\mu\text{m})$ 均在50～200%的范围内；

[0055] (ii) 对于增强纤维线束而言，单丝数 N (单位:K)及宽度 $W(\text{mm})$ 满足 $4.8 < N/W < 12$ 的关系；

[0056] (iii) 对于增强纤维线束而言，通过玻璃化转变温度 T_g 或熔点 T_m 为40℃以上且200℃以下的加热熔融性的第一树脂材料而保持形态。

[0057] 作为本发明中使用的增强纤维，没有特别限制，例如可以使用碳纤维、玻璃纤维、芳族聚酰胺纤维、氧化铝纤维、碳化硅纤维、硼纤维、金属纤维、天然纤维、矿物纤维等。这些可以使用一种或并用两种以上。其中，从成型体的比强度、比刚性高且轻质化的观点考虑，可优选使用聚丙烯腈(PAN)系、沥青系、人造丝系等碳纤维。从提高得到的成型品的经济性的观点考虑，可优选使用玻璃纤维。此外，从提高得到的成型品的冲击吸收性、赋形性的观点考虑，可优选使用芳族聚酰胺纤维。另外，从提高得到的成型体的导电性的观点考虑，也可使用被覆了镍、铜、镱等金属而得的增强纤维。

[0058] 就本发明中使用的增强纤维线束而言，例如可以在增强纤维中混合有机纤维、有机化合物、无机化合物，或者也可以附着有上浆材料。

[0059] 本发明中的干式带材料可以为1根增强纤维线束本身，也可以由多根增强纤维线束构成。

[0060] 此处，本发明中，对于增强纤维线束而言，截面的宽度方向上的两端部的厚度 $T1(\mu\text{m})$ 及 $T3(\mu\text{m})$ 相对于前述增强纤维线束的中央部的厚度 $T2(\mu\text{m})$ 均在50～200%的范围内是重要的。通过该构成，利用纤维铺放法配置干式带材料来制作增强纤维基材时，树脂的含浸性变得良好，并且，能够实现高生产率。另外，得到的成型体可获得高力学强度。此外，使用该干式带材料时，不仅能够提高FRP的生产率、力学特性，还能够拓宽注入的树脂的种类、处理工艺窗口的宽度。

[0061] 更具体而言，通过使 $T1(\mu\text{m})$ 及 $T3(\mu\text{m})$ 相对于 $T2(\mu\text{m})$ 而言为200%以下，从而能够在利用纤维铺放法配置干式带材料时，抑制增强纤维线束的宽度变化。当增强纤维线束的端部相比于中央部极厚时，由于增强纤维线束通过纤维铺放法被按压至模具，因此端部因被按压而扩大，但 $T1(\mu\text{m})$ 及 $T3(\mu\text{m})$ 相对于 $T2(\mu\text{m})$ 为200%以下时，可抑制端部的宽度扩大。通过使用由这样的增强纤维线束形成的带，能够确保成为树脂含浸流路的线束间的间隙，能够提高树脂含浸时的生产率。上限值优选小于175%，更优选小于150%。 $T1(\mu\text{m})$ 及 $T3(\mu\text{m})$ 相对于 $T2(\mu\text{m})$ 越接近100%，则该效果变得越显著。

[0062] 另一方面，增强纤维线束端部的厚度小于增强纤维线束中央部的情况下，当利用纤维铺放法将由增强纤维线束形成的干式带材料配置于模具上时，增强纤维线束的中央部被按压，增强纤维线束整体在宽度方向上扩大。此时， $T1(\mu\text{m})$ 及 $T3(\mu\text{m})$ 相对于 $T2(\mu\text{m})$ 为50%以上的情况下，增强纤维线束相对地在整个宽度方向上被辊按压，因此由该辊引起的负荷分散而不集中于一处。因此，可抑制增强纤维线束的宽度扩大。因此，其下限值为50%以上是重要的，更优选为75%以上。

[0063] 此外,对于增强纤维线束而言,宽度 $W(\text{mm})$ 与单丝数 N (单位 K)满足 $4.8 < N/W < 12$ 的关系是重要的。下限值优选大于5.8,更优选大于7.8。

[0064] N/W 大于4.8时,若增强纤维线束的单丝数恒定,则能够进一步减小线束宽度。即, N/W 大于4.8是指:在认为增强纤维线束的单丝数恒定的情况下,使用宽度小于常数 $N/4.8$ 的增强纤维线束。因此,在由该增强纤维线束构成的干式带材料中,能够在相邻的多根增强纤维线束之间微细地配置间隙(空隙)。结果,利用纤维铺放法将该干式带材料沿一个方向排列时,能够确保多根增强纤维线束之间存在的间隙作为基体树脂的流路,能够使成型时的基体树脂流动变得容易。另一方面,若增强纤维线束的线束宽度恒定,则能够增多单丝数 N 。即, N/W 大于4.8是指:使用单丝数 N 多于常数 $4.8W$ 的增强纤维线束。因此,利用纤维铺放法将由该增强纤维线束构成的干式带材料沿一个方向排列时,能够使得到的基材每层的单位面积重量增大,能够缩短基材的层叠所需要的时间从而能够提高生产率。

[0065] 通过使 N/W 的值变大,其效果变得更显著。但是, N/W 的值变得过大时,可能存在下述情况:若增强纤维线束的单丝数恒定,则线束宽度变得过小,产生增强纤维线束的配置时间大幅增加的课题;或者若增强纤维线束的线束宽度恒定,则单丝数 N 增加过多,不仅难以控制基材的厚度,并且基体树脂难以含浸于增强纤维线束内。从这样的观点考虑, N/W 的上限值为12是重要的,优选小于10,更优选小于8。

[0066] 另外,就本发明中使用的保持增强纤维线束形态的加热熔融性的第一树脂材料而言,其玻璃化转变温度 $T_g(^{\circ}\text{C})$ 或熔点 $T_m(^{\circ}\text{C})$ 为 40°C 以上且 200°C 以下是重要的。需要说明的是,在加热熔融性的第一树脂材料例如为结晶性聚合物这样具有玻璃化转变温度 $T_g(^{\circ}\text{C})$ 和熔点 $T_m(^{\circ}\text{C})$ 这两者的情况下,熔点 $T_m(^{\circ}\text{C})$ 为 40°C 以上且 200°C 以下是重要的。就这样的第一树脂材料而言,在粘度因加热而降低后、进行冷却等而恢复至常温的状态下,将构成增强纤维线束的单丝彼此固定且作为增强纤维线束保持恒定的形态会变得更加可靠。

[0067] 接着,参照附图,对本发明涉及的带材料更具体地进行说明。

[0068] 将构成带材料的增强纤维线束及作为其前体的增强纤维单丝集合体的概略图示于图1。增强纤维线束10的单丝数是指构成增强纤维线束10的增强纤维单丝(单纱)101的数量。增强纤维线束10通过下述方式得到:对作为前体的增强纤维单丝集合体20的宽度、厚度进行调节,通过第一树脂材料保持其形态。需要说明的是,增强纤维单丝集合体20中,尽管增强纤维单丝101被上浆材料等集束材料集束,但其形状没有完全固定,也存在张力释放时形态发生变化的情况。

[0069] 增强纤维线束端部的厚度 $T1(\mu\text{m})$ 、 $T3(\mu\text{m})$ 是指:如图1所示,将与增强纤维线束的行进方向处于相同平面上的、相对于行进方向成垂直方向的方向(相对于增强纤维线束的长度方向垂直的两个方向中,宽幅的方向)看作线束宽度方向时,该线束宽度方向的截面中的、距各端1mm内侧的部分的厚度。另外,线束中央部厚度 $T2$ 是指线束宽度方向的截面的中央部分、即距左右端的距离相等的部分的厚度。

[0070] 增强纤维线束10的各厚度 $T1(\mu\text{m})$ 、 $T2(\mu\text{m})$ 、 $T3(\mu\text{m})$ 以下述方式测定。对于增强纤维线束而言,在以 $200\sim 3000\text{cN}$ 范围的恒定张力从线轴抽出的状态下,赋予常温固化性的树脂而含浸并固化,由此保存其形态。将得到的样品包埋,观察截面,由此能够测定其端部及中央部的增强纤维线束厚度。

[0071] 增强纤维线束10中的单丝数以下述方式测定。使环氧树脂含浸并固化于要测定的

增强纤维线束10中。然后,沿经固化的增强纤维线束10的长度方向和垂直方向切断,在能够判别截面后,对截面进行研磨,使用数字显微镜(例如KEYENCE制VHX-1000)进行截面观察。对得到的图像实施二值化处理,抽取增强纤维线束10中包含的增强纤维单丝的各截面并计算,将得到的数作为单丝数。

[0072] 另外,增强纤维线束10的宽度以下述方式测定。使用超高速高精度尺寸测定器(例如,株式会社KEYENCE制LS-9500),一边以200~3000cN范围的恒定张力、2.5m/分钟的恒定速度将增强纤维线束10退卷10m,一边测量线束宽度。线束宽度是指:增强纤维线束10的在与增强纤维线束10的行进方向相同的平面上的、相对于行进方向成垂直方向的外部尺寸(从一端至另一端的最大距离)。每隔1秒测量一次线束宽度,将得到的数据的平均值作为增强纤维线束宽度。

[0073] 需要说明的是,在由于干式带材料测定增强纤维线束的厚度、单丝数、宽度时,从该干式带材料仅取出1根增强纤维线束10,在赋予了200~3000cN范围的恒定张力的状态下,使常温固化性的树脂含浸并固化,由此保存其形态。然后,可将得到的样品包埋,观察截面,然后利用与上述同样的方法进行测定。干式带材料由多个增强纤维线束10构成的情况下,以设置于增强纤维线束10之间的间隙作为边界,仅取出1根增强纤维线束10。

[0074] 增强纤维线束10的宽度W优选小于30mm,更优选小于10mm,进一步优选小于5mm。增强纤维线束10的宽度为30mm以上时,利用纤维铺放法平行配置时的增强纤维线束10之间形成的间隙彼此的间隔变大,基体树脂流路无法被微细地配置。因此,成型时基体树脂难以朝向增强纤维线束10内的厚度方向含浸,生产率可能下降。另外,基体树脂流动需要长的时间,基体树脂注入成型所需的基体树脂的粘度上升,容易产生未含浸部位,从而成型品的力学特性也可能显著恶化。增强纤维线束10的宽度小于30mm时,能够使增强纤维线束10之间形成的间隙彼此的间隔变窄,能够以增加间隙的数量的方式进行配置,因此能够确保所期望的基体树脂流路,并且增强纤维线束10的配置根数也能够增加。另外,增强纤维线束10的宽度小于10mm时,能够使基体树脂流路的配置根数进一步增加,进而,宽度小于5mm时,能够使该配置根数更进一步增加,在成型时实现高的生产率,并且能够使成型品的力学特性等提高。

[0075] 增强纤维线束10的单丝数N(单位:K=1,000根)优选为60K(60,000)根以下。增强纤维线束10的单纤维数多于60K根时,增强纤维线束10的纤维单位面积重量变高,利用纤维铺放法使增强纤维线束10对齐而制作基材时,每层的碳纤维单位面积重量变得过高,因此可能使取向设计的允许范围变窄。

[0076] 此处,优选增强纤维线束10的宽度W小于增强纤维单丝集合体20的宽度W'。若增强纤维线束10的宽度W小于增强纤维单丝集合体20的宽度W',则在利用纤维铺放法配置干式带材料以制作基材时,结果能够使相邻的增强纤维线束10之间设置的间隙(空隙)以细的间隔配置,能够将增强纤维线束10间的间隙充分地确保为树脂流路。

[0077] 另外,优选增强纤维线束10与增强纤维单丝集合体20的单丝数实质上相等。通过避免将增强纤维单丝集合体20分切来调节为规定的单丝数,从而在利用纤维铺放法使增强纤维线束10对齐而制作基材时,能够减少增强纤维线束10的配置次数,能够提高生产率。

[0078] 接着,将本发明的一个实施方式涉及的碳纤维带材料的概略图(示出向增强纤维线束赋予第一树脂材料而保持形态的状态的图)示于图2。

[0079] 就增强纤维线束10的形态保持所使用的加热熔融性的第一树脂材料而言,只要能够将构成增强纤维线束10的单丝彼此固定且作为增强纤维线束保持恒定的形态,则可以为如图2(a)所示的粒子102这样的形状,也可以为如图2(b)所示的无纺布103的形状。第一树脂材料不限于这些形状,可以为膜、网状物、乳液、涂层、或缠绕于增强纤维线束的辅助纱。

[0080] 作为第一树脂材料的材质,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、聚乙烯醇缩醛树脂、聚醚砜树脂、苯氧树脂、聚碳酸酯树脂等热塑性树脂、以及酚醛系树脂、苯氧树脂、环氧树脂、及聚苯乙烯系树脂、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、改性体、以及将两种以上的这些树脂掺混而得到的树脂等。

[0081] 上述加热熔融性的第一树脂材料除了将制作增强纤维层叠体时的层间固着的粘接功能外,还可以出于下述目的使用:确保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强化的目的。

[0082] 作为增强纤维线束10的固定形态,可以是第一树脂材料以可见的状态附着或部分含浸于增强纤维线束10的表面,将增强纤维线束所包含的多根增强纤维单丝束缚,也可以是第一树脂材料以从表面不可见的状态含浸于增强纤维线束10的内部,将增强纤维线束所包含的多根增强纤维单丝束缚。除此以外,也可以将第一树脂材料卷绕或被覆于增强纤维线束10。

[0083] 用于固定增强纤维线束10所需的第一树脂材料的量相对于增强纤维线束10的重量而言优选为25wt%以下,更优选为20wt%以下,进一步优选为15wt%以下。第一树脂材料的量大于25wt%时,利用纤维铺放法将干式带材料排列、层叠而制作增强纤维层叠体并进行成型时,不仅基体树脂的流动性下降、生产率降低,而且基体树脂的流动需要长的时间,基体树脂的注入成型所需的基体树脂粘度上升,产生未含浸部位,成型品的力学特性显著恶化。

[0084] 接着,将排列多根增强纤维线束10而制作干式带材料的概略图示于图3。

[0085] 就干式带材料50、60而言,多根增强纤维线束10利用第二树脂材料而彼此束缚并一体化。各增强纤维线束10优选沿该增强纤维线束10的宽度方向平行(并列)地配置。此外,优选在构成干式带材料的多根增强纤维线束10彼此之间存在间隙。

[0086] 通过使干式带材料包含多根增强纤维线束10、并将它们彼此一体化,从而使得干式带材料的每单位长度的增强纤维单丝数及重量变大,能够缩短利用纤维铺放法将增强纤维线束10对齐而制作基材所需的时间,提高生产率。另外,通过使构成干式带材料的多根增强纤维线束10间存在间隙,从而在利用纤维铺放法沿一个方向排列而制作基材的情况下,能够确保基体树脂的流路。另外,即使在利用纤维铺放法将干式带材料无间隙地沿一个方向排列而制作基材的情况下,由于在固定于干式带材料内的多个增强纤维线束10之间设置有间隙,因此能够确保成型时的基体树脂流动性。

[0087] 作为第二树脂材料的材质,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、聚乙烯醇缩醛树脂、聚醚砜树脂、苯氧树脂、聚碳酸酯树脂等热塑性树脂、以及酚醛系树脂、苯氧树脂、环氧树脂、及聚苯乙烯系树脂、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、改性体、以及将两种以上的这些树脂掺混而得到的树脂等。

[0088] 上述加热熔融性的第二树脂材料除了将制作增强纤维层叠体时的层间固着的粘接功能外,还可以出于下述目的使用:确保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强化的目的。

[0089] 作为将多根增强纤维线束10彼此一体化的第二树脂材料,只要能够将增强纤维线束束缚并一体化,则可以为如图3(a)所示的粒子104这样的形状,另外,也可以为如图3(b)所示的无纺布105这样的形状。另外,并不限于这些形状,可以为膜、网状物、乳液、涂层、或缠绕于增强纤维线束的辅助纱。

[0090] 第二树脂材料为与第一树脂材料不同的材质、不同的形态的情况下,第二树脂材料本身无需保持线束形态,只要横跨多根增强纤维线束10而进行粘贴以使多根增强纤维线束10不分离即可。例如,通过使粒子形状的树脂材料熔融而横跨多个线束的两个端部进行粘接即可。

[0091] 另一方面,第二树脂材料可以为与第一树脂材料同样的材质、同样的形态。在该情况下,上述树脂材料优选满足将增强纤维线束10的形状固定并保持的功能、和用于将多个增强纤维线束10彼此束缚这两个功能。作为该方法,可以是无纺布形状的第一、第二树脂材料横跨多个增强纤维线束10的表面进行粘贴并且将各增强纤维线束10固定,或者也可以是通过使粒子形状的树脂材料熔融而将各增强纤维线束10固定并且横跨多个线束两方的表面及端部进行粘接。

[0092] 另外,在由1根增强纤维线束构成干式带材料的情况下,第二树脂材料将该增强纤维线束本身束缚并一体化。例如,如图4所示,只要将增强纤维线束10(其是由粒子102这样的形状的第一树脂材料将单丝彼此固定而得到的)进一步用无纺布105这样的第二树脂材料覆盖而制成干式带材料80即可。

[0093] 接着,将使用了干式带材料的增强纤维层叠体的概略图示于图5。

[0094] 就增强纤维层叠体70而言,通过将干式带材料60排列、层叠并将其层间固着,从而保持形状。通过采用这样的构成,从而能够将构成增强纤维层叠体70的增强纤维线束10彼此的间隙设定为任意的距离而配置。结果,能够充分确保成型时的基体树脂的流动性,生产率提高。

[0095] 另外,优选使基体树脂含浸并固化于使用了干式带材料的增强纤维层叠体70而制作纤维增强树脂成型体。通过采用前述构成,对于纤维增强树脂成型品而言,树脂完全含浸至其内部,从而能够具有高的力学特性。

[0096] 以上这样的纤维铺放用干式带通过下述方式得到:将按下述(i)(ii)的顺序而得到的多根增强纤维线束利用第二树脂材料而彼此束缚并一体化。

[0097] (i)以在前述增强纤维线束的截面中,宽度方向上的两端部的厚度 $T1(\mu\text{m})$ 及 $T3(\mu\text{m})$ 相对于宽度方向上的中央部的厚度 $T2(\mu\text{m})$ 均在50~200%的范围内的方式进行厚度调节,并且以前述增强纤维线束的单丝数 N (单位:K)及宽度 $W(\text{mm})$ 的关系满足 $4.8 < N/W < 12$ 的方式进行宽度调节

[0098] (ii)将玻璃化转变温度 T_g 或熔点 T_m 为40℃以上且200℃以下的加热熔融性的第一树脂材料配置于表面,通过加热、冷却而得到增强纤维线束

[0099] 将本发明的一个实施方式涉及的干式带材料的制造方法的一个工序示于图6。

[0100] 增强纤维线束10以下述方式得到:以不分切的方式使增强纤维单丝集合体20的宽

度、厚度变窄,然后利用加热熔融性的第一树脂材料将其形状固定。此时,使得满足前述(i)(ii)。从使增强纤维单丝集合体20的宽度、厚度变窄的工序中通过,由此能够在不使增强纤维单丝集合体20的单丝数N实质上变化的情况下使宽度W、厚度变化,能够使单丝数相对于宽度(N/W)相对地变大,换言之,使线束宽度相对于单丝数相对地变小。因此,能够制造下述干式带材料,所述干式带材料能够在多根增强纤维线束10彼此之间确保大量成为基体树脂流路的间隙。

[0101] 作为使增强纤维线束10的宽度、厚度变窄的方法,能够应用下述方法:使增强纤维单丝集合体20从宽度相比拉挤之前变窄的引导辊中通过的方法;从确定了厚度和宽度的模中通过的方法;将上述方法以多阶段组合,使宽度变窄或调节厚度的方法。另外,使宽度变窄或调节厚度时,为了使附着于增强纤维单丝集合体20表面的集束材料的粘度降低,也可以一边加热一边进行。另外,也可以一边从包含集束材料的树脂浴(树脂槽)中通过一边进行。

[0102] 以上述方式调节了厚度、宽度的增强纤维线束10通过加热熔融性的第一树脂材料而其形状被固定。结果,由于干式带材料制作基材时,增强纤维线束10的配置的自由度提高,能够确保增强纤维线束10之间的间隙。即,由于增强纤维线束10不易发生形状变化,因此能够隔开所期望的间隔配置该增强纤维线束10。

[0103] 此外,本发明中,可以利用纤维铺放法形成将干式带材料平行地配置而得到的基材,使各基材以不进行织造的方式叠合,将各基材的层间粘接,由此制作增强纤维层叠体。

[0104] 实施例

[0105] 关于本发明涉及的干式带材料,基于实施例进行说明。

[0106] (实施例1)

[0107] <增强纤维单丝集合体>

[0108] 作为增强纤维单丝集合体,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,碳纤维单丝数为24,000根($N=24K$)。

[0109] <干式带材料>

[0110] 使用未图示的碳纤维线束制造装置,将宽度 $W'=8\text{mm}$ 、单丝数 $N(K)=24$ ($N/W=3$)的碳纤维单丝集合体平行地抽出,得到调节了厚度并且以不分切地方式缩小了宽度的碳纤维线束(10)(端部与中央部的厚度的比率为 $T1/T2=111$ 、 $T3/T2=142$)。然后,将软化点温度 80°C 的加热熔融树脂粒子(平均粒径: 0.2mm)散布于碳纤维单丝集合体的表面并进行熔融、冷却,由此得到其形态被固定的碳纤维线束。

[0111] 以在3根碳纤维线束之间各设置 0.2mm 的间隙的方式沿宽度方向平行地对齐后,将软化点温度为 180°C 的无纺布(材质:聚酰胺)配置于其表面,进行加热,使3根碳纤维线束彼此束缚并一体化,由此得到干式带材料。

[0112] <层叠片基材>

[0113] 使用未图示的纤维铺放装置,以各带间设置 0.2mm 的间隙的方式,将干式带材料沿一个方向对齐地配置于架台上,一边以成为 $1000\text{mm}\times 1000\text{mm}$ 的正方形形状的方式切断干式带材料,一边反复配置而制作基材,以构成各基材的碳纤维束的取向方向正交的方式进行层叠,将各层间粘接,由此制作了层叠片基材。

[0114] <增强纤维层叠体>

[0115] 将多个前述层叠片基材以增强纤维层叠体的单位面积重量成为 2.4kg/m^2 的方式进行层叠,配置于平面状的模具上,然后,用袋膜和密封剂进行密闭,在减压至真空的状态下,用 80°C 的烘箱加热1小时。然后,从烘箱中取出,将增强纤维层叠体模具冷却至室温后释放压力,得到增强纤维层叠体。

[0116] (实施例2)

[0117] 调节厚度,使用增强纤维线束的厚度的比率为 $T1/T2=127$ 、 $T3/T2=170$ 的线束作为干式带材料,除此以外,通过与实施例1同样的步骤得到增强纤维层叠体。

[0118] (实施例3)

[0119] 除了使用增强纤维线束的厚度的比率为 $T1/T2=164$ 、 $T3/T2=121$ 的线束作为干式带材料以外,通过与实施例1同样的步骤得到增强纤维层叠体。

[0120] (比较例1)

[0121] 除了使用增强纤维线束的厚度的比率为 $T1/T2=294$ 、 $T3/T2=124$ 的线束作为干式带材料以外,通过与实施例1同样的步骤得到增强纤维层叠体。

[0122] (实施例4)

[0123] <增强纤维单丝集合体>

[0124] 作为增强纤维单丝集合体,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,碳纤维单丝数为24,000根($N=24K$)。

[0125] <干式带材料>

[0126] 使用未图示的碳纤维线束制造装置,将宽度 $W'=8\text{mm}$ 、单丝数 $N(K)=24$ ($N/W=3$)的碳纤维单丝集合体平行地抽出,以不分切的方式使宽度 W 变窄为 4mm ($N/W=6$)。然后,将软化点温度为 80°C 的加热熔融树脂粒子(平均粒径: 0.2mm)散布于碳纤维单丝集合体的表面并进行熔融、冷却,由此得到宽度 W 为 4mm ($N/W=6$)、其形态被固定的碳纤维线束($T1/T2=95$, $T3/T2=110$)。将得到的3根线束用作干式带材料,以下,通过与实施例1同样的步骤得到增强纤维层叠体。

[0127] (实施例5)

[0128] 作为干式带材料,使用1根增强纤维线束的宽度为 4mm ($N/W=6$)、 $T1/T2=113$ 、 $T3/T2=109$ 的线束作为干式带材料,除此以外,通过与实施例4同样的步骤得到增强纤维层叠体。

[0129] (实施例6)

[0130] 使宽度为 4.8mm ($N/W=5$)、 $T1/T2=84$ 、 $T3/T2=87$,除此以外,通过与实施例4同样的步骤而得到的2根增强纤维线束无间隙地平行对齐而配置,通过与实施例4同样的步骤制成干式带材料。另外,使用该干式带材料,通过与实施例1同样的步骤得到增强纤维层叠体。

[0131] (实施例7)

[0132] 使用未图示的碳纤维线束制造装置,将2根宽度 $W'=8\text{mm}$ 、单丝数 $N(K)=24$ ($N/W=3$)的碳纤维单丝集合体以平行地重叠的方式抽出,从确定了厚度和宽度的加热模中通过,在将2根碳纤维单丝集合体一体化的状态下使宽度 W 变窄为 5mm ($N/W=9.6$)。然后,将软化点温度为 80°C 的加热熔融树脂粒子(平均粒径: 0.2mm)散布于碳纤维单丝集合体的表面并进行熔融、冷却,由此得到宽度 W 为 5mm ($N/W=9.6$)、其形态被固定的碳纤维线束($T1/T2=89$, $T3/T2=80$)。将得到的2根线束用作干式带材料,通过与实施例1同样的步骤得到增强纤维

层叠体。

[0133] (比较例2)

[0134] 在不使宽度8mm的增强纤维单丝集合体的宽度变窄的状态下,通过与实施例4同样的步骤进行操作,将得到的增强纤维线束1根用作干式带材料,除此以外,通过与实施例1同样的步骤得到增强纤维层叠体。

[0135] (比较例3)

[0136] 除了使宽度为5mm($N/W=4.8$)以外,通过与实施例4同样的步骤进行操作,将2根得到的增强纤维线束以碳纤维线束之间各自设置0.2mm的间隙的方式沿宽度方向平行地对齐后,按照与实施例4同样的步骤,制作干式带材料。另外,使用该干式带材料,通过与实施例4同样的步骤得到增强纤维层叠体。

[0137] (比较例4)

[0138] 使用未图示的碳纤维线束制造装置,将宽度 $W'=8\text{mm}$ 、单丝数 $N(K)=24$ ($N/W=3$)的碳纤维单丝集合体平行地抽出,并从确定了厚度和宽度的加热模中通过,使宽度 W 变窄为1.8mm($N/W=13.3$)。然后,将软化点温度为80℃的加热熔融树脂粒子(平均粒径:0.2mm)散布于碳纤维单丝集合体的表面并进行熔融、冷却,所得到的碳纤维线束的形态未被固定,宽度扩大至2.1mm,因此未得到所期望的碳纤维线束。

[0139] (评价)

[0140] 针对各实施例、比较例中制作的增强纤维层叠体,利用未图示的含浸试验装置,实施面外方向(厚度方向)的树脂含浸试验。在表1中,以将比较例1的值设为1时的比来表示实施例1~3及比较例1中得到的增强纤维层叠体的面外方向的含浸系数 K_z 。另外,在表2中,以将比较例2的值设为1时的比来表示实施例4~7及比较例2、3中得到的增强纤维层叠体的面外方向的含浸系数 K_z 。

[0141] 此处,所谓含浸系数 K_z ,是指下式表示的Darcy定律中使用的、纤维基材的含浸性的指标。

$$[0142] \quad V=K_z \nabla P / i \quad (1)$$

[0143] V :流体的含浸速度; K_z :含浸系数; ∇P :压力梯度; i :流体粘度

[0144] (实施例1)

[0145] 对于使用了在调节增强纤维线束的厚度而使厚度的比率为 $T_1/T_2=111$ 、 $T_3/T_2=142$ 的3根线束间具有0.2mm间隙的干式带材料的增强纤维层叠体而言,含浸试验的结果中,获得了成型时没有产生未含浸部位的程度的优异含浸性,相对于增强纤维线束的厚度为 $T_1/T_2=294$ 、 $T_3/T_2=124$ 的比较例1,含浸系数 K_z 提高至6倍。

[0146] (实施例2)

[0147] 对于使用了在调节增强纤维线束的厚度而使厚度的比率为 $T_1/T_2=127$ 、 $T_3/T_2=170$ 的3根线束间具有0.2mm间隙的干式带材料的增强纤维层叠体而言,含浸试验的结果中,获得了成型时没有产生未含浸部位的程度的良好含浸性,相对于增强纤维线束的厚度为 $T_1/T_2=294$ 、 $T_3/T_2=124$ 的比较例1,含浸系数 K_z 提高至3倍。

[0148] (实施例3)

[0149] 对于使用了在调节增强纤维线束的厚度而使厚度的比率为 $T_1/T_2=164$ 、 $T_3/T_2=$

121的3根线束间具有0.2mm间隙的干式带材料的增强纤维层叠体而言,含浸试验的结果中,获得了成型时没有产生未含浸部位的程度的良好含浸性,相对于增强纤维线束的厚度为 $T1/T2=294$ 、 $T3/T2=124$ 的比较例1,含浸系数 K_z 提高至2倍。

[0150] (比较例1)

[0151] 对于使用了在调节增强纤维线束的厚度而使厚度的比率为 $T1/T2=294$ 、 $T3/T2=124$ 的3根线束间具有0.2mm间隙的干式带材料而得的增强纤维层叠体而言,含浸试验的结果中,成为成型时会产生未含浸部位的程度的低含浸性。

[0152] (实施例4)

[0153] 对于使用了在使增强纤维线束变窄而使宽度 W 为4mm($N/W=6$)的3根线束间具有0.2mm间隙的干式带材料的增强纤维层叠体而言,含浸试验的结果中,获得了成型时没有产生未含浸部位的程度的优异含浸性,相对于未使增强纤维线束变窄、 N/W 为3的比较例2,含浸系数 K_z 提高至6倍。另外,实施例4中,每根干式带材料的线束数为3根,因此相对于每根干式带材料的线束数为1根的比较例2,能够以0.3倍的配置次数制作增强纤维层叠体,能够缩短层叠所需的时间。

[0154] (实施例5)

[0155] 对于使用了由使增强纤维线束变窄而使宽度 W 为4mm($N/W=6$)的1根线束构成的干式带材料的增强纤维层叠体而言,含浸试验的结果中,获得了成型时没有产生未含浸部位的程度的优异含浸性,相对于未使增强纤维线束变窄、 N/W 为3的比较例2,含浸系数 K_z 提高至6倍。

[0156] (实施例6)

[0157] 对于使用了使增强纤维线束变窄而使宽度 W 为4.8mm($N/W=5$)的2根线束无间隙地排列而成的干式带材料的增强纤维层叠体而言,含浸试验的结果中,获得成型时没有产生未含浸部位的程度的良好含浸性,相对于没有使增强纤维线束变窄、 N/W 为3的比较例2,含浸系数 K_z 提高至2倍。另外,使用实施例6中记载的干式带材料时,用于制作增强纤维层叠体的干式带材料的配置次数相对于比较例2而言为0.5倍,能够缩短层叠所需的时间。

[0158] (实施例7)

[0159] 对于使用了在使增强纤维线束变窄而使宽度 W 为5mm($N/W=9.6$)的2根线束间具有0.2mm间隙的干式带材料的增强纤维层叠体而言,含浸试验的结果中,获得成型时没有产生未含浸部位的程度的优异含浸性,相对于未使增强纤维线束变窄、 N/W 为3的比较例2,含浸系数 K_z 提高至4倍。

[0160] (比较例2)

[0161] 对于使用了由宽度 W 为8mm($N/W=3$)的线束构成的干式带材料的增强纤维层叠体而言,含浸试验的结果中,成为成型时会产生未含浸部位的程度的低含浸性。

[0162] (比较例3)

[0163] 对于使用了在宽度 W 为5mm($N/W=4.8$)的2根线束间具有0.2mm间隙的干式带材料的增强纤维层叠体而言,成为成型时会产生未含浸部位的程度的低含浸性。

[0164] [表1]

[0165]

表1

	构成干式带 材料的增强 纤维束端部 的厚度T1 〔μm〕	构成干式带材料的 增强纤维束 中央部的厚度T2 〔μm〕	构成干式带材料的 增强纤维束 端部的厚度T3 〔μm〕	T1/T2 ×100 〔%〕	T3/T2 ×100 〔%〕	含浸系数 Kz比 (比较例1=1)
实施例1	147	132	188	111	142	6
实施例2	180	142	241	127	170	3
实施例3	307	187	226	164	121	2
比较例1	359	122	151	294	124	1

[0166] [表2]

[0167]

表2

	单丝数 [K]	线束 宽度 [mm]	N/W	构成干式带材的增强纤维束数	构成干式带材的增强纤维束间的间隙 [mm]	构成干式带材的增强纤维束端部的厚度T1 [μm]	构成干式带材的增强纤维束中央部的厚度T2 [μm]	构成干式带材的增强纤维束端部的厚度T3 [μm]	T1/T2 ×100 [%]	T3/T2 ×100 [%]	含浸 系数 Kz比 (比较例 2=1)	配置 次数 (比较例 2=1)
实施例4	24	4	6	3	0.2	303	319	352	95	110	6	0.33
实施例5	24	4	6	1	-	332	293	320	113	109	6	1
实施例6	24	4.8	5	2	0	223	265	231	84	87	2	0.5
实施例7	48	5	9.6	2	0.2	459	518	412	89	80	4	0.5
比较例2	24	8	3	1	-	171	139	131	123	94	1	1
比较例3	24	5	4.8	2	0.2	348	162	211	215	130	1	0.5

[0168] 产业上的可利用性

[0169] 就本发明中得到的干式带材料、使用其的增强纤维层叠体而言，由于基体树脂的

含浸性优异,因此特别适合于面向航空器、汽车、船舶等的大型构件、风车叶片这样的一般产业用途的构件。

- [0170] 附图标记说明
- [0171] 10 增强纤维线束
- [0172] 20 增强纤维单丝集合体
- [0173] 30、40 干式带材料
- [0174] 50、60 干式带材料
- [0175] 70 增强纤维层叠体
- [0176] 80 干式带材料
- [0177] 101 增强纤维单丝
- [0178] 102 以加热熔融性树脂为主成分的粒子
- [0179] 103 以加热熔融性树脂为主成分的无纺布
- [0180] 104 粒子
- [0181] 105 无纺布

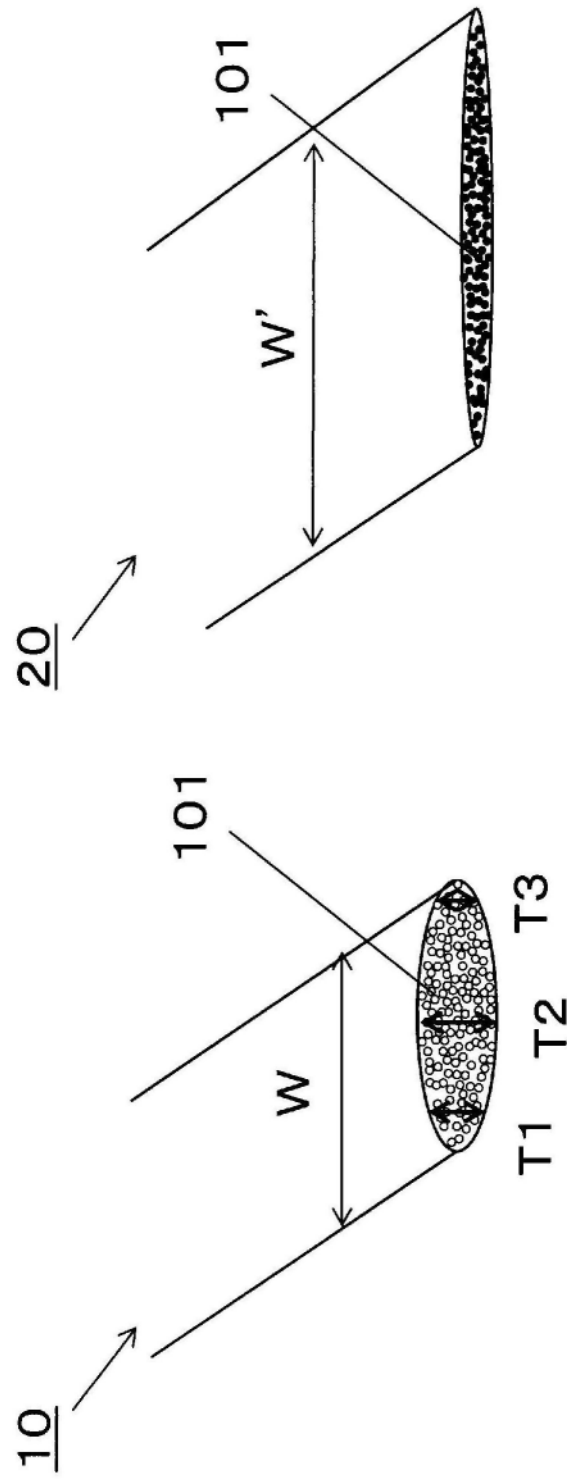


图1

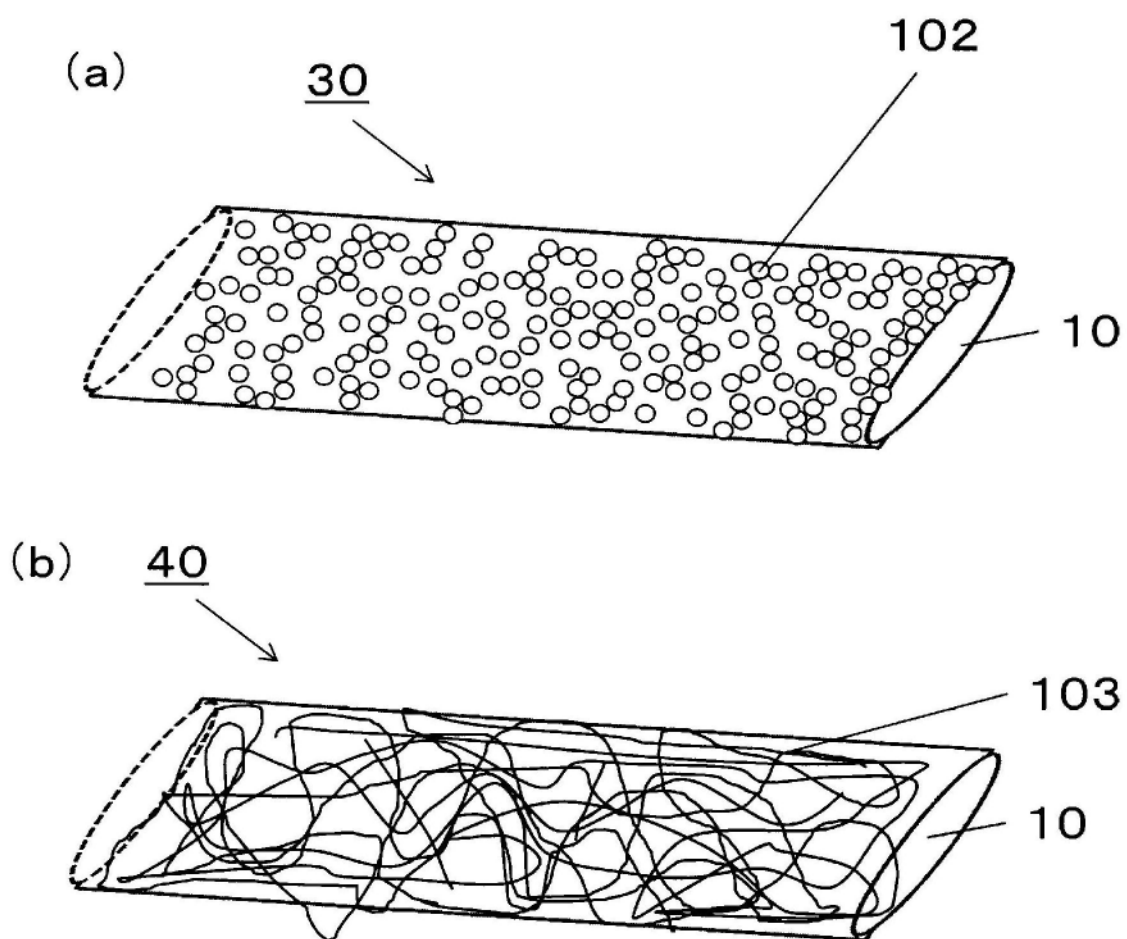


图2

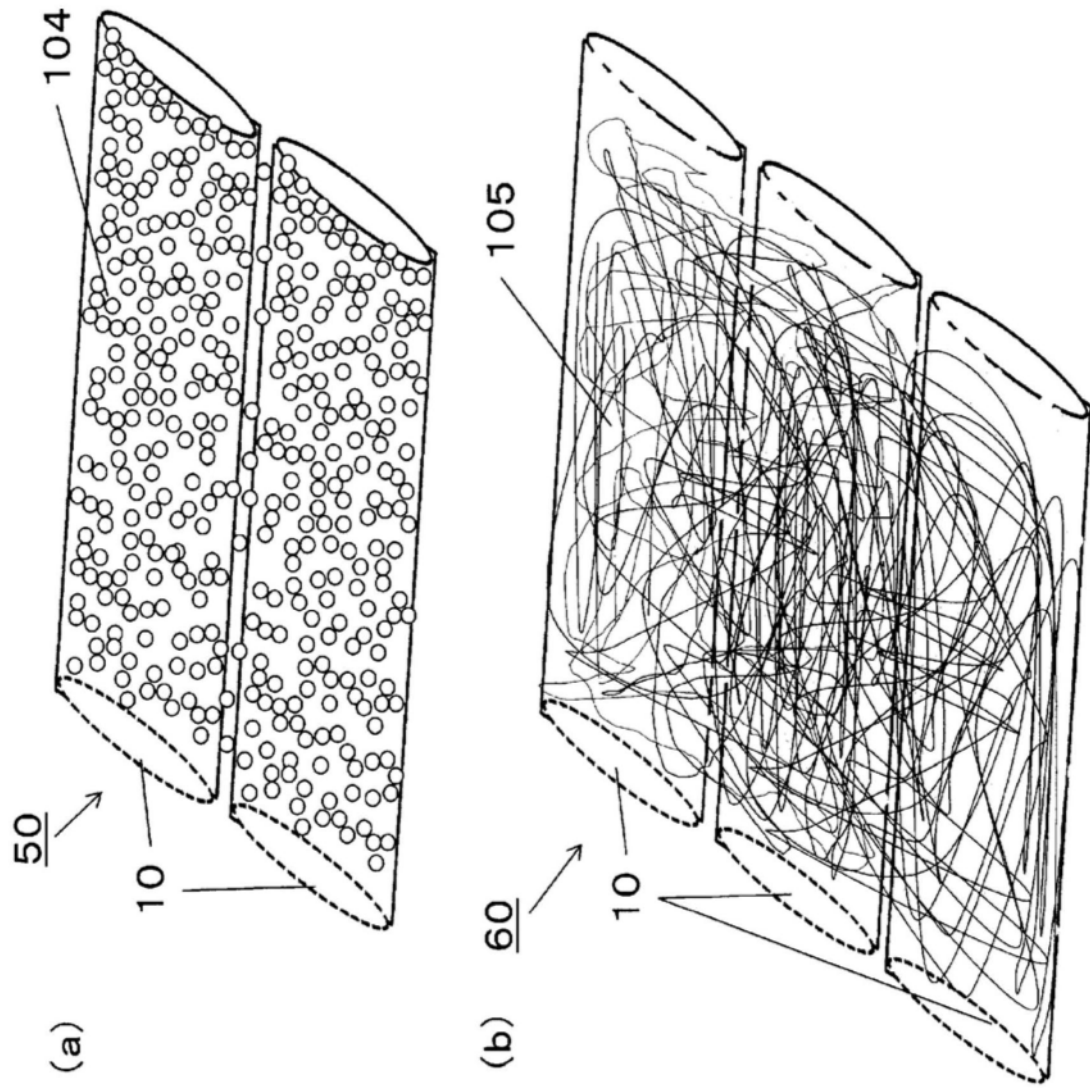


图3

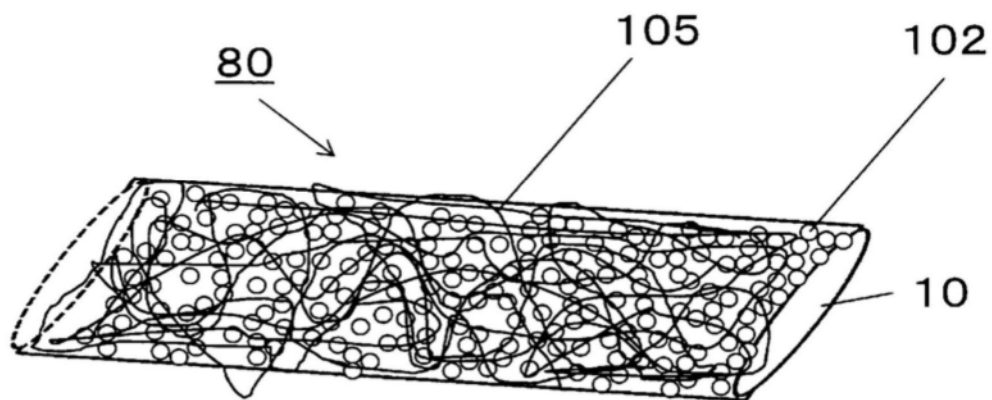


图4

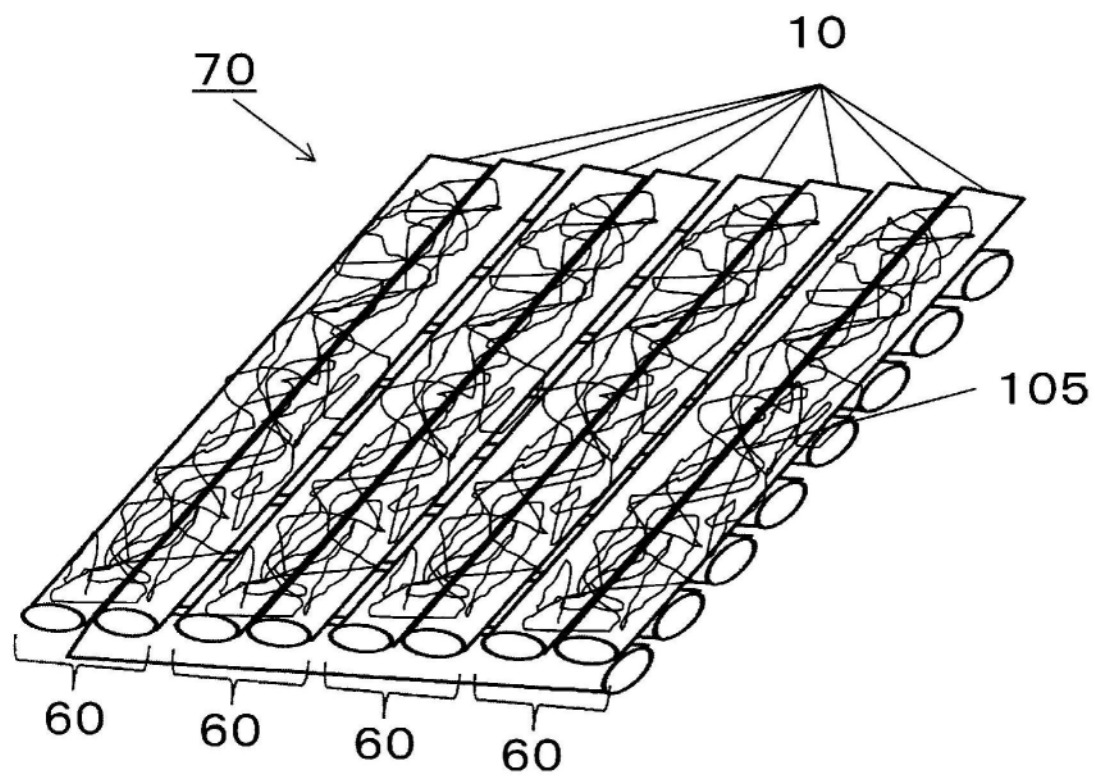


图5

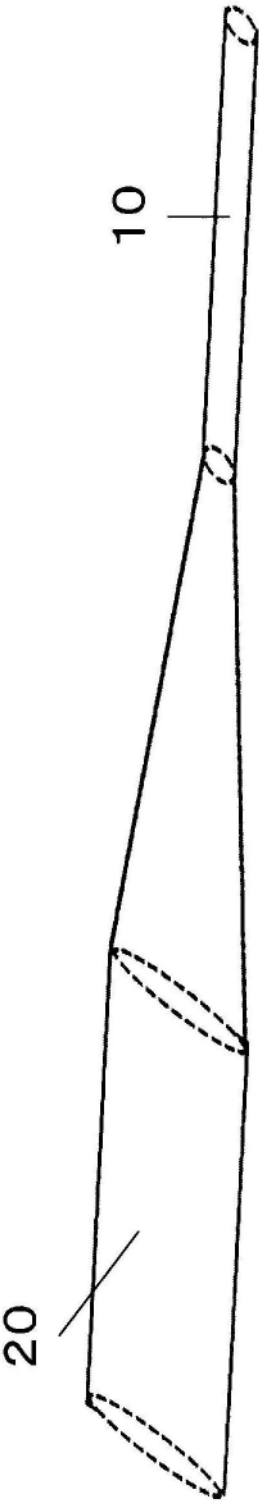


图6