



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114174032 B

(45) 授权公告日 2024. 05. 03

(21) 申请号 202080054300.1

(22) 申请日 2020.08.03

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 114174032 A

(43) 申请公布日 2022.03.11

(30) 优先权数据
2019-144266 2019.08.06 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2022.01.27

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2020/029617 2020.08.03

(87) PCT国际申请的公布数据
W02021/024971 JA 2021.02.11

(73) 专利权人 东丽株式会社
地址 日本东京都

(72) 发明人 内藤悠太 足立健太郎 松谷浩明

(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.
B29B 11/16 (2006.01)
C08J 5/04 (2006.01)
B29C 70/20 (2006.01)

(56) 对比文件
CN 101489767 A, 2009.07.22
CN 101600550 A, 2009.12.09
CN 109415525 A, 2019.03.01
JP 2016108348 A, 2016.06.20
审查员 孙婧

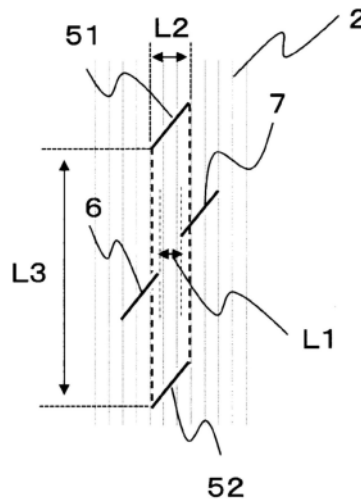
权利要求书1页 说明书11页 附图7页

(54) 发明名称

切口预浸料坯及纤维增强塑料

(57) 摘要

课题是提供能够稳定地获得所期望赋形性的切口预浸料坯。切口预浸料坯包含基体树脂和沿单向取向的增强纤维,并且具有形成将增强纤维切断的多个的切口而成的切口区域,在切口区域中形成有多列切口列,该切口列是在纤维方向上的投影长度大致相同的多个切口在纤维方向上以大致一定的间隔配置而成的,将在任意的一列切口列的两侧存在的2列切口列在纤维正交方向上的间隔设为L1、将一系列切口列在纤维方向上的投影长度设为L2时, $-1.0 < L1/L2 < 0.5$ 。



$$0 < L1/L2 < 1$$

1. 切口预浸料坯,其包含基体树脂和沿单向取向的增强纤维,并且具有形成将所述增强纤维切断的多个切口而成的切口区域,

在所述切口区域中形成有多列切口列,所述切口列是在纤维方向上的投影长度大致相同的多个切口在纤维方向上以大致一定的间隔配置而成的,

将在任意的一列切口列的两侧存在的2列切口列在纤维正交方向上的间隔设为L1、将所述一系列切口列在纤维方向上的投影长度设为L2时,

-1.0<L1/L2≤0。

2. 根据权利要求1所述的切口预浸料坯,其中,L1/L2=0。

3. 根据权利要求1所述的切口预浸料坯,其中,-1.0<L1/L2<0。

4. 根据权利要求1~3中任一项所述的切口预浸料坯,其中,所述一系列切口列与在其两侧存在的切口列的、相对于纤维方向而言的切口角度的正负不同。

5. 根据权利要求1~3中任一项所述的切口预浸料坯,其中,所述一系列切口列与在其两侧存在的切口列的、相对于纤维方向而言的切口角度的绝对值相同。

6. 根据权利要求1~3中任一项所述的切口预浸料坯,其中,构成所述切口列的切口的间距为20mm以上。

7. 根据权利要求1~3中任一项所述的切口预浸料坯,其中,所述增强纤维在所述切口区域内的平均纤维长度为10~100mm。

8. 根据权利要求1~3中任一项所述的切口预浸料坯,其中,纤维体积含有率为50%以上。

9. 纤维增强塑料,其是权利要求1~8中任一项所述的切口预浸料坯被成型而成的。

10. 根据权利要求9所述的纤维增强塑料,其是所述切口区域被成型为三维形状而成的。

切口预浸料坯及纤维增强塑料

技术领域

[0001] 本发明涉及包含基体树脂和沿单向排列的增强纤维并且形成将上述增强纤维切断的多个切口而成的切口预浸料坯。

背景技术

[0002] 纤维增强塑料由于比强度、比弹性模量高,力学特性优异,具有耐候性、耐化学试剂性等高性能特性,因此其需求正在逐年升高。

[0003] 作为纤维增强塑料的中间基材,广泛使用在连续的增强纤维中含浸有基体树脂的预浸料坯。对于预浸料坯而言,通过使增强纤维沿单向取向而能够提高增强纤维的含有率,因此具有高的力学特性,另一方面,由于增强纤维为连续纤维,因此存在赋形为三维形状等复杂形状的赋形性差的课题。

[0004] 对于该课题,公开了在增强纤维沿单向取向的预浸料坯中形成切口的切口预浸料坯作为兼具力学特性和赋形性的中间基材(例如专利文献1)。该切口预浸料坯虽然由不连续纤维构成,但具有预浸料坯特有的高纤维体积含有率和增强纤维的取向性,因此具有高力学特性,同时能够实现以往的连续纤维预浸料坯无法实现的向复杂形状的成型。

[0005] 现有技术文献

[0006] 专利文献

[0007] 专利文献1:日本特开2007-146151号公报

发明内容

[0008] 发明要解决的课题

[0009] 然而,专利文献1中记载的切口预浸料坯中,根据插入切口前的预浸料坯的状态,即使在形成相同切口图案的情况下,也存在赋形性变化的情况。例如,在预浸料坯内部存在树脂的未含浸部时,由于该区域内的增强纤维周围不存在基体树脂,因此在插入切口时增强纤维容易逸出,具有实际的纤维长度变得比设计上的纤维长度更长的趋势。另外,在预浸料坯中包含的增强纤维的单位面积重量较大时,也倾向于发生同样的问题。

[0010] 本发明的课题在于,提供能够稳定地获得所期望的赋形性的切口预浸料坯。

[0011] 用于解决课题的手段

[0012] 用于解决所述课题的本发明是切口预浸料坯,其包含基体树脂和沿单向取向的增强纤维,并且具有形成将增强纤维切断的多个切口而成的切口区域,在切口区域中形成有多列切口列,该切口列是在纤维方向上的投影长度大致相同的多个切口在纤维方向上以大致一定的间隔配置而成的,将在任意的一列切口列的两侧存在的2列切口列在纤维正交方向上的间隔设为 $L1$ 、将一系列切口列在纤维方向上的投影长度设为 $L2$ 时,

[0013] $-1.0 < L1/L2 < 0.5$ 。

[0014] 发明的效果

[0015] 根据本发明,通过稳定地获得所期望的赋形性,能够提供赋形性优异的切口预浸

料坯。

附图说明

- [0016] 图1是本发明中的切口区域的示意图。
[0017] 图2是表示本发明的切口图案的一例的示意图。
[0018] 图3是切口角度的概念的说明图。
[0019] 图4是表示本发明的切口图案的一例的示意图。
[0020] 图5是表示本发明的切口图案的一例的示意图。
[0021] 图6是本发明中的实施例中获得的应力应变曲线图。
[0022] 图7是表示实施例1的切口图案的示意图。

具体实施方式

[0023] 在本申请说明书中，“切口预浸料坯”是指通过在包含树脂组合物和沿单向取向的增强纤维的预浸料坯中插入多个切口，从而具有增强纤维被切断的区域（以下，称为“切口区域”）的预浸料坯。该切口区域的边界是下述线段组，该线段组将切口的端部彼此连接的线段进行连接的线段组，并且是在该线段内包含全部的切口、外线段组的长度的合计成为最小的线段组。

[0024] 图1是在包含沿单向取向的增强纤维2的预浸料坯中插入多个切口3而成的包含切口区域4的切口预浸料坯1的示意图。切口区域可以在切口预浸料坯的整个区域中形成切口，但也有仅在成型为曲面、凹凸等三维形状的部分形成切口的情况，该情况下，只要至少在预浸料坯的成型为三维形状的部分存在切口区域即可。通过对这样的切口预浸料坯加热·加压等进行成型，能够获得纤维增强塑料，特别是为了获得切口区域成型为三维形状而成的纤维增强塑料，可使用切口预浸料坯。

[0025] 本发明的切口预浸料坯（以下，有时仅称为“预浸料坯”）包含树脂组合物和沿单向取向的增强纤维。“沿单向取向”是指存在下述这样的“某方向”，即，在预浸料坯中存在的增强纤维中，在预浸料坯面内所成的角度在“某方向” $\pm 10^\circ$ 的范围内的根数成为90%以上的“某方向”。更优选是指存在在该角度 $\pm 5^\circ$ 的范围内的增强纤维的根数为90%以上的方向。在本申请说明书中，将该“某方向”记为纤维方向。另外，将预浸料坯面内与纤维方向正交的方向记为“纤维正交方向”。

[0026] 作为预浸料坯中包含的增强纤维，没有特别限定，可选择碳纤维、玻璃纤维、凯夫拉纤维、石墨纤维或硼纤维等。其中，从比强度、比刚性的观点考虑，优选碳纤维。

[0027] 关于预浸料坯中包含的基体树脂的种类，没有特别限定，可以是热塑性树脂也可以是热固性树脂。

[0028] 作为热塑性树脂，例如可举出聚酰胺、聚缩醛、聚丙烯酸酯、聚砜、ABS、聚酯、丙烯酸树脂、聚对苯二甲酸丁二醇酯（PBT）、聚碳酸酯（PC）、聚对苯二甲酸乙二醇酯（PET）、聚乙烯、聚丙烯、聚苯硫醚（PPS）、聚醚醚酮（PEEK）、聚醚酰亚胺（PEI）、聚醚酮（PEK）、液晶聚合物、聚氯乙烯、聚四氟乙烯等氟系树脂、有机硅等。

[0029] 作为热固性树脂，例如可举出饱和聚酯树脂、乙烯基酯树脂、环氧树脂、苯并噁嗪树脂、酚醛树脂、尿素树脂、密胺树脂及聚酰亚胺树脂。可以使用这些树脂的改性物及2种以

上的共混物的树脂。另外,这些热固性树脂可以是因热而自固化的树脂,也可以与固化剂、固化促进剂等共混。

[0030] 进而,也可以配合特定的添加物。关于添加物,没有特别限定,例如,为了提高韧性,可以添加热塑性树脂;为了提高导电性,可以添加无机填料。关于添加物的形态,没有特别限定,例如可以是球状、非球状、针状及晶须状。

[0031] 关于切口预浸料坯的纤维单位面积重量,没有特别限定,可设定为任意的单位面积重量。作为本发明的效果,可举出通过防止增强纤维的逸出、曲折而能够提供表现稳定的赋形性的切口预浸料坯,但在后述的向预浸料坯插入切口的工序中,从对上述增强纤维的逸出、曲折进行抑制的观点考虑,优选单位面积重量相对较小的切口预浸料坯,具体而言,优选增强纤维的单位面积重量小于 $150\text{g}/\text{m}^2$ 的切口预浸料坯,这样的切口预浸料坯能够抑制纤维长度较长的增强纤维的残留,因此赋形性优异。另一方面,从即使在发生增强纤维的逸出、曲折的情况下也对纤维长度较长的增强纤维的残留进行抑制的观点考虑,优选单位面积重量相对较大的切口预浸料坯,具体而言,优选增强纤维的单位面积重量为 $150\text{g}/\text{m}^2$ 以上的切口预浸料坯。该情况下,虽然切口加工时增强纤维的逸出、曲折变大,从而纤维长度较长的增强纤维变得容易残留,但通过使 $L1/L2$ 在本发明的范围内,能够对纤维长度较长的增强纤维的残留量进行抑制,赋形性优异。

[0032] 关于切口预浸料坯中的纤维体积含有率,也没有特别限定,但从同样的观点考虑,优选切口预浸料坯中容易产生基体树脂未含浸部的、具有高纤维体积含有率的切口预浸料坯。具体而言,优选纤维体积含有率为50%以上的切口预浸料坯。纤维体积含有率更优选的范围为60%以上,更优选为65%以上。另一方面,纤维体积含有率大于70%时,产生较多未被切断的纤维,因此倾向于形状跟随性下降,因此优选为70%以下。需要说明的是,在本申请说明书中,纤维体积含有率基于纤维重量含有率并以下式来定义。

[0033] 纤维体积含有率(%) = $\{(\text{增强纤维的重量含有率}) / (\text{增强纤维的密度})\} / \{(\text{增强纤维的重量含有率}) / (\text{增强纤维的密度}) + (\text{基体树脂的重量含有率}) / (\text{基体树脂的密度})\} \times 100$

[0034] 本发明的切口预浸料坯在切口区域中形成有多列下述切口列,该切口列是在纤维方向上的投影长度大致相同的多个切口在纤维方向上以大致一定的间隔配置而成的。而且,将在该切口列中任意的一列切口列的两侧存在的2列切口列在纤维正交方向上的间隔设为 $L1$ 、将该一系列切口列在纤维方向上的投影长度设为 $L2$ 时,满足 $-1.0 < L1/L2 < 0.5$ 。以下,有时将这样的切口配置图案记为“本发明的切口图案”。

[0035] 图2是用于说明本发明的切口图案的示意图。所谓“纤维方向上的投影长度”,如图2所示,是指假设垂直于纤维方向的投影面,从纤维方向向该投影面投影切口时的长度 $L2$ 的绝对值。以下,有时将“纤维方向上的投影长度”简称为“投影长度”,将“垂直于纤维方向的投影面”简称为“投影面”。另外,投影长度大致相同是指在多个切口测定的 $L2$ 中,相对于平均值而言的比率(各 $L2$ /测定的 $L2$ 的平均值)成为0.8以上且1.2以下的切口数量的比例为90%以上,更优选是指成为0.9以上且1.1以下的比例为90%以上,更优选测定的全部切口的 $L2$ 相同的状态。在图2中,投影长度大致相同的切口A1与切口A2配置于纤维方向形成切口列(以下,称为切口列A)。另外,分别在其左侧形成包含切口B的切口列(以下,称为切口列B),在右侧形成包含切口C的切口列(以下,称为切口列C)。需要说明的是,在图2中,作为构

成切口列A的切口,仅图示了切口A1和切口A2这2个,作为构成切口列B、切口列C的切口,仅分别图示了切口B和切口C,但实际上,切口列A~C分别由在纤维方向上以大致一定的间隔配置的多个切口形成。此处,大致一定的间隔是指在1列切口列中包含的多个切口之间测定的切口间隔L3中,与平均值的差值在10mm以下的切口间隔的比例为90%以上,更优选是指差值为5mm以下的比例为90%以上。

[0036] 在本发明的切口图案中,将在任意的一列切口列(图2中为切口列A)的两侧存在的2列切口列(图2中为切口列B和切口列C)在纤维正交方向上的间隔设为L1、将上述一系列切口列(图2中为切口列A)在纤维方向上的投影长度设为L2时,满足 $-1.0 < L1/L2 < 0.5$ 。此处,所谓L1表示的纤维正交方向上的间隔,在图2中,是指切口B的靠近切口C的那侧的切口端部与切口C的靠近切口B的那侧的切口端部在纤维正交方向上的距离。

[0037] 需要说明的是,在后文中会详细说明,关于L1,为正值时,表示在上述任意的一系列切口列的彼此相邻的两个切口之间,属于上述2列的切口列的切口彼此相互不重叠的状态;为负值时,表示属于上述2列的切口列的切口彼此相互重叠的状态;为0时,表示属于上述2列的切口列的切口的端部间在纤维正交方向上的距离为0。

[0038] $L1/L2 > 1.0$ 时,在预浸料坯的面内,在将切口A1与切口A2的同侧的端点彼此(将纤维方向置于上下方向时的右侧彼此及左侧彼此。以下,有时将这样的“同侧的端点彼此”简称为“端点彼此”)连接的直线的外侧存在切口B及切口C的端点。即,切口列A与切口列B(及切口列A与切口列C)在投影面上相互不重叠,在预浸料坯面内平行存在。

[0039] $L1/L2 = 1.0$ 时,在预浸料坯的面内,在将切口A1与切口A2的端点彼此连接的直线上存在切口B及切口C的端点。即,切口列A与切口列B(及切口列C)仅构成各自的切口列的切口的端点在投影面相互重叠,但在预浸料坯的面内平行存在。

[0040] $-1.0 < L1/L2 < 1.0$ 时,在预浸料坯的面内,在将切口A1与切口A2的端点彼此连接的直线的内侧存在切口B及切口C的端点。即,切口列A与切口列B(及切口列A与切口列C中的至少一者)在投影面上部分重叠存在。在本申请说明书中,将 $-1.0 < L1/L2 < 1.0$ 的情况表述为切口列A与切口列B,和/或切口列A与切口列C“重叠(overlap)”,将其重叠区域的大小表述为“重叠的大小”。需要说明的是, $L1/L2 \leq -1.0$ 时,是指切口列B和切口列C与切口列A重叠,或者切口列B与切口列C的位置互换,切口的位置关系成为与 $-1.0 < L1/L2 < 0$ 时相同的状态,因此在本申请说明书的前提下,始终为 $L1/L2 > -1.0$ 。

[0041] 需要说明的是,在本申请说明书中,即使切口列彼此重叠,只要能够识别为具有与该一系列切口列的中心线不同的中心线的切口列,则认为存在与该一系列切口列不同的切口列,在切口预浸料坯的俯视图中,在该一系列切口列的左右存在其他切口列时,认为在该一系列切口列的两侧存在2列切口列。

[0042] 随着 $L1/L2$ 变得小于1.0,切口列彼此(切口列A与切口列B,和/或切口列A与切口列C)的重叠逐渐变大。而且, $L1/L2 = 0$ (即 $L1 = 0$)时,如图4所示。切口B及切口C的端点在纤维方向上排列成一直线,切口列B和切口列C与切口列A重叠,且仅构成各自的切口列的切口的端点相互重叠而平行存在。

[0043] $-1.0 < L1/L2 < 0$ 时,如图5所示,切口列B和切口列C与切口列A重叠,且切口列B与切口列C也相互重叠且平行存在。

[0044] 对于切口预浸料坯包含粘度低的基体树脂的情况、由容易弯曲的增强纤维构成的

情况,或者为具有树脂未含浸部的预浸料坯结构的情况、增强纤维的单位面积重量较大的情况等,在切口预浸料坯的制造工序中的插入切口时,增强纤维在纤维正交方向上弯曲而从刀刃逸出,从而有时残留纤维长度比设想更长的增强纤维。在本发明中,通过使 $-1.0 < L1/L2 < 0.5$,能够充分减少在这样的插入切口时未被切断而残留的较长的增强纤维的数量,能够获得赋形性优异的预浸料坯。

[0045] 本发明的切口预浸料坯更优选具有 $-1.0 < L1/L2 \leq 0$ 的切口图案。 $-0.2 < L1/L2 \leq 0.2$ 的情况下,即使假设是在切口B与切口C之间存在未被这些切口切断的增强纤维时,也由于该增强纤维位于切口A1及切口A2的中央线附近,因此能够容易地由切口A1及切口A2切断。为了使未被上述切口切断的增强纤维更加位于切口A1及切口A2的中央附近,更优选 $L1/L2 = 0$ (图4)。因此,实质上能够使切口形成区域中的全部增强纤维的纤维长度成为切口A1与切口A2在纤维方向上的距离(即,构成切口列A的切口的间距) $L3$ 以下,即使是在预浸料坯的内部结构(树脂的未含浸部分的体积等)存在差异的情况下,也能够制造稳定品质的切口预浸料坯。另外, $-1.0 < L1/L2 < 0$ 的情况下(图5),能够使切口B与切口C之间存在的、与构成切口列A的切口的间距 $L3$ 相等长度的纤维的存在概率更小。因此,能够更加减小赋形所需的负荷。另一方面,若与 $L1/L2 = 0$ 时相比,则对于切口B与切口C重叠的部分的纤维的切断而言,有可能受到预浸料坯的内部结构的影响,但从更加确实地消除未被切断而残存的增强纤维的观点考虑,也是更优选的情况。

[0046] 关于各切口相对于纤维方向而言的切口角度的绝对值,没有特别限定,但优选为 $2 \sim 45^\circ$ 。切口角度如图3所示,是指纤维方向与切口所成的角度 θ ($0^\circ < (\theta \text{的绝对值}) < 90^\circ$)。通过使切口角度的绝对值为 45° 以下,面内的伸长性优异,切口的开口变小。另一方面,切口角度的绝对值小于 2° 时,难以稳定地插入切口。进而,若为 25° 以下,则力学特性显著提高,因此切口角度的绝对值更优选为 $2 \sim 25^\circ$,特别优选为 $5 \sim 15^\circ$ 。

[0047] 关于各切口的切口长度,没有特别限定,但优选在设定切口角度后调整切口长度,以使切口列在纤维方向上的投影长度 $L2$ 成为 $30\mu\text{m} \sim 1.5\text{mm}$ 的范围内。通过减小 $L2$,由一个个切口切断的增强纤维的量减少,可期待提高强度。特别是通过使 $L2$ 在 1.5mm 以下,可期待强度大幅提高。另一方面, $L2$ 小于 $30\mu\text{m}$ 时,由于纤维逸出而无法顺利地切断纤维,有时导致赋形时形状跟随性下降。

[0048] 本发明的更优选的方案为在形成切口区域的全部的切口中,切口角度的绝对值相同且切口长度相同的切口预浸料坯。切口角度的绝对值相同是指全部的切口中的角度的绝对值在由全部的切口中的角度 θ 的绝对值求出的平均值的 $\pm 1^\circ$ 以内。另外,切口长度相同是指全部的切口中的切口长度在平均值的 $\pm 5\%$ 以内。通过形成这样的形态,能够对切口区域中的物性的偏差进行抑制。

[0049] 另外,本发明的另一优选方案中,如图7所示,为一列切口列与在其两侧存在的切口列的、相对于纤维方向而言的切口角度的正负不同的切口预浸料坯。所谓正的切口角度,如图3的(a)的切口31所示,表示从纤维方向的直线朝向切口的锐角侧的方向为逆时针旋转,所谓负的切口角度,如图3的(b)的切口32所示,表示同一方向为顺时针旋转。通过这样的方案,能够获得更加均匀的物性。另外,即使在制造切口预浸料坯时的插入切口的工序中,也能够抑制母材预浸料坯的曲折,能够获得稳定品质的切口预浸料坯。

[0050] 另外,通过具有本发明的切口图案,即使在增大构成各切口列的切口的间距(图2

的L3)时,也容易将切断的增强纤维的平均纤维长度控制在一定范围。因此,即使使各切口列的切口的间距相对较大,也能够形成具有非常高的赋形性的切口预浸料坯。因此,能够减少插入切口的工序所需的刀刃的数量等,能够降低制造成本。需要说明的是,从确保最低限度的伸长性·赋形性的观点考虑,各切口列的切口的间距优选为200mm以下,更优选为100mm以下。另外,从确保充分的力学特性的观点考虑,上述间距优选为20mm以上。更优选为30mm以上,进一步优选为50mm以上,从而能够形成力学特性优异的切口预浸料坯。

[0051] 切口预浸料坯中的切口区域内的平均纤维长度优选为10mm~100mm。平均纤维长度较短时,赋形性提高,另一方面,形成碳纤维增强塑料时的力学特性降低。平均纤维长度较长时,赋形性降低,但形成碳纤维增强塑料时的力学特性提高。若考虑赋形性与形成碳纤维增强塑料时的力学特性的平衡,平均纤维长度的优选范围为10~100mm,进一步优选为15~50mm。

[0052] 关于制造本发明的切口预浸料坯的方法,没有特别限定,但从生产率的观点考虑,优选使用旋转刀刃、间歇刀刃来在预浸料坯中插入切口。

[0053] 使用上述切口预浸料坯成型而成的纤维增强塑料为包含三维形状的复杂形状的纤维增强塑料,能够广泛用作要求复杂形状的部件,因此优选。

[0054] 特别地,通过构成为上述切口区域被成型为三维形状而成的纤维增强塑料,上述切口预浸料坯跟随三维形状,因此成为尺寸精度优异的纤维增强塑料,因而优选。

[0055] 实施例

[0056] 以下,通过实施例对本发明进一步具体地进行说明,但本发明不限于实施例中记载的发明。

[0057] <赋形性评价>

[0058] 对所制作的切口预浸料坯切出纤维正交方向25mm×纤维方向150mm的尺寸,设置于岛津万能试验机(株式会社岛津制作所制)的恒温槽内,在温度400℃、拉伸速度100mm/分钟条件下沿纤维方向拉伸。

[0059] 图6是本评价中获得的应力应变曲线图的示意图。如图6所示,对于切口预浸料坯而言,应力在达到某一定值后逐渐降低。拉伸试验中的最大应力值是为了大幅拉伸切口预浸料坯所需的应力值,因此将该值定义为抗变形应力,作为赋形性的指标。

[0060] 在实施例中,实施如下所示的评价1及评价2。

[0061] 评价1:为了对制造的连续纤维预浸料坯P与连续纤维预浸料坯Q(其是对连续纤维预浸料坯P进一步追加加热加压工序而提高了基体树脂的含浸性而得的)的抗变形应力的变化进行评价,用下述式定义抗变形应力比1,作为赋形性的指标之一进行评价。

[0062] 抗变形应力比1=(在连续纤维预浸料坯P中插入了切口图案的切口预浸料坯的抗变形应力)/(在连续纤维预浸料坯Q中插入了切口图案的切口预浸料坯的抗变形应力)。

[0063] 评价2:为了对制造的连续纤维预浸料坯P、与连续纤维预浸料坯R(纤维的单位面积重量比连续纤维预浸料坯P小)的抗变形应力的变化进行评价,用下述式定义抗变形应力比2,作为赋形性的指标。

[0064] 抗变形应力比2=(在连续纤维预浸料坯P中插入了切口图案的切口预浸料坯的抗变形应力)/(在连续纤维预浸料坯R中插入了切口图案的切口预浸料坯的抗变形应力)。

[0065] 需要说明的是,抗变形应力比越接近1.0越表示在与插入切口前的连续纤维预浸

料坯的结构无关的情况下具有一定的赋形性。另一方面,抗变形应力比越大,表示切口预浸料坯的赋形性越依赖于插入切口前的连续纤维预浸料坯的结构。

[0066] <连续纤维预浸料坯的制作>

[0067] 向环氧树脂(Japan Epoxy Resins株式会社制“jER(注册商标)”828:35重量份、“jER(注册商标)”1001:30重量份、“jER(注册商标)”154:35重量份)中,用捏合机加热混炼5重量份的热塑性树脂聚乙烯醇缩甲醛(Chisso株式会社制“VINYLEC(注册商标)”K),使聚乙烯醇缩甲醛均匀溶解,然后在捏合机中对固化剂双氰胺(Japan Epoxy Resins株式会社制DICY7)3.5重量份、固化促进剂3-(3,4-二氯苯基)-1,1-二甲基脒(保土谷化学工业株式会社制DCMU99)4重量份进行混炼,制备未固化的环氧树脂组合物。使用逆转辊涂布机将该环氧树脂组合物涂布于经有机硅涂布处理的脱模纸上,制作单位面积重量为 $50\text{g}/\text{m}^2$ 或 $25\text{g}/\text{m}^2$ 的树脂膜。

[0068] 为了制作切口预浸料坯,用下述方法制作作为其起始的连续纤维预浸料坯P和Q。

[0069] 在沿单向排列的单位面积重量为 $200\text{g}/\text{m}^2$ 的碳纤维(东丽株式会社制“T700S”)的两面分别重叠通过上述步骤得到的单位面积重量为 $50\text{g}/\text{m}^2$ 的树脂膜,在温度 60°C 、压力 1MPa 的条件下含浸树脂,从而制作纤维体积含有率为58%的连续纤维预浸料坯P。

[0070] 进而,将连续纤维预浸料坯P在真空条件下于温度 90°C 保持5分钟,进一步含浸树脂,从而制作连续纤维预浸料坯Q。

[0071] 另外,在沿单向取向的单位面积重量为 $100\text{g}/\text{m}^2$ 的碳纤维(东丽株式会社制“T700S”)的两面分别重叠通过上述步骤得到的单位面积重量为 $25\text{g}/\text{m}^2$ 的树脂膜,在温度 60°C 、压力 1MPa 的条件下含浸树脂,从而制作纤维体积含有率为58%的连续纤维预浸料坯R。

[0072] (实施例1)

[0073] 针对连续纤维预浸料坯P及连续纤维预浸料坯Q,将全部切口的切口长度设为 3mm 、切口角度 θ 的绝对值设为 20° 、设定 $L1/L2=0.2$ 、切口的间距 $L3=60\text{mm}$,由此插入切口,以形成如图7所示的切口图案。切口为通过使用旋转切割机遍及预浸料坯整体的范围进行插入而制作。

[0074] (实施例2)

[0075] 除设定 $L1/L2=0$ 以外,与实施例1同样地制作切口预浸料坯。

[0076] (实施例3)

[0077] 除设定 $L1/L2=-0.2$ 以外,与实施例1同样地制作切口预浸料坯。

[0078] (实施例4)

[0079] 针对连续纤维预浸料坯P及连续纤维预浸料坯R,将全部的切口长度设为 3mm 、切口角度的绝对值设为 20° 、设定 $L1/L2=0.2$ 、切口的间距 $L3=60\text{mm}$,由此插入切口,以形成如图7所示的切口图案。切口为通过使用旋转切割机在遍及预浸料坯整体的范围进行插入而制作。

[0080] (实施例5)

[0081] 除设定 $L1/L2=0$ 以外,与实施例4同样地制作切口预浸料坯。

[0082] (实施例6)

[0083] 除设定 $L1/L2=-0.2$ 以外,与实施例4同样地制作切口预浸料坯。

[0084] (比较例1)

[0085] 设定 $L1/L2=1.0$,并且为了使平均纤维长度接近实施例1~3而将切口的间距设为30mm,除此以外,与实施例1同样地制作切口预浸料坯。

[0086] (比较例2)

[0087] 除设定 $L1/L2=1.2$ 以外,与比较例1同样地制作切口预浸料坯。实施赋形性评价,结果,由于存在连续纤维而没有显示应力应变曲线图的应力值成为某一定值的行为,产生无法获得抗变形应力的程度的非常高的应力。

[0088] (比较例3)

[0089] 设定 $L1/L2=1.0$,并且为了使平均纤维长度接近实施例4~6而将切口的间距设为30mm,除此以外,与实施例4同样地制作切口预浸料坯。

[0090] 各实施例、比较例中制作的切口预浸料坯的切口图案的概要示于表1中,赋形性及成型品的力学特性评价结果示于表2中。

[0091] [表1]

[0092]

【表 1】

	实施例 1	实施例 2	实施例 3	实施例 4	实施例 5	实施例 6	比较例 1	比较例 2	比较例 3
切口长度[mm]	3	3	3	3	3	3	3	3	3
切口角度 θ 的绝对值[°]	20	20	20	20	20	20	20	20	20
L1/L2	0.2	0	-0.2	0.2	0	-0.2	1.0	1.2	1.0
切口的间距 L3[mm]	60	60	60	60	60	60	30	30	30

[0093]

[表2]

[0094]

【表 2】

		实施例 1	实施例 2	实施例 3	实施例 4	实施例 5	实施例 6	比较例 1	比较例 2	比较例 3
抗变形应力 [MPa]	预浸料坯 P	2.50	0.40	0.40	2.50	0.40	0.40	3.90	-	3.90
	预浸料坯 Q	0.80	0.30	0.20	-	-	-	0.90	-	-
	预浸料坯 R	-	-	-	0.70	0.20	0.15	-	-	0.80
抗变形应力比		3.1	1.3	2.0	3.6	2.0	2.7	4.3	-	4.9

[0095] 附图标记说明

[0096] 1: 预浸料坯

- [0097] 2:增强纤维
- [0098] 3:切口
- [0099] 31:正的切口角度的切口
- [0100] 32:负的切口角度的切口
- [0101] 4:切口区域
- [0102] 51:切口A1
- [0103] 52:切口A2
- [0104] 6:切口B
- [0105] 7:切口C
- [0106] 8:抗变形应力

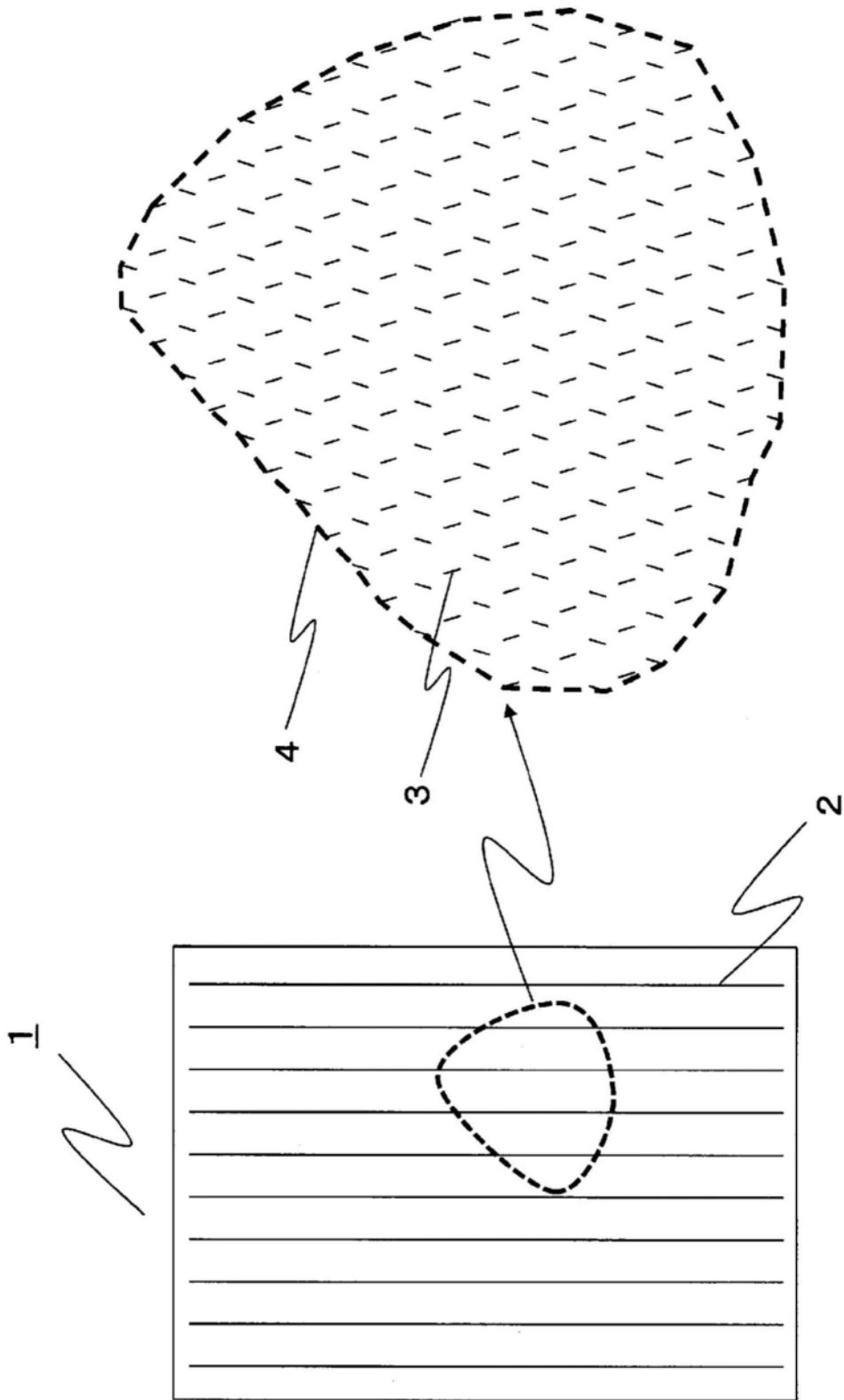
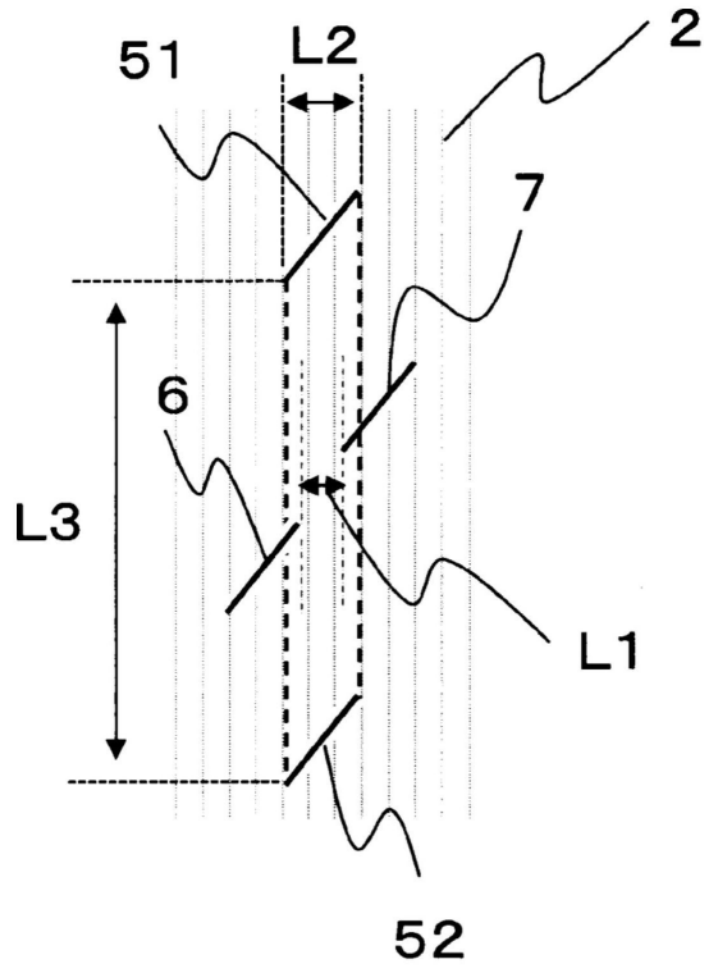


图1



$$0 < L1 / L2 < 1$$

图2

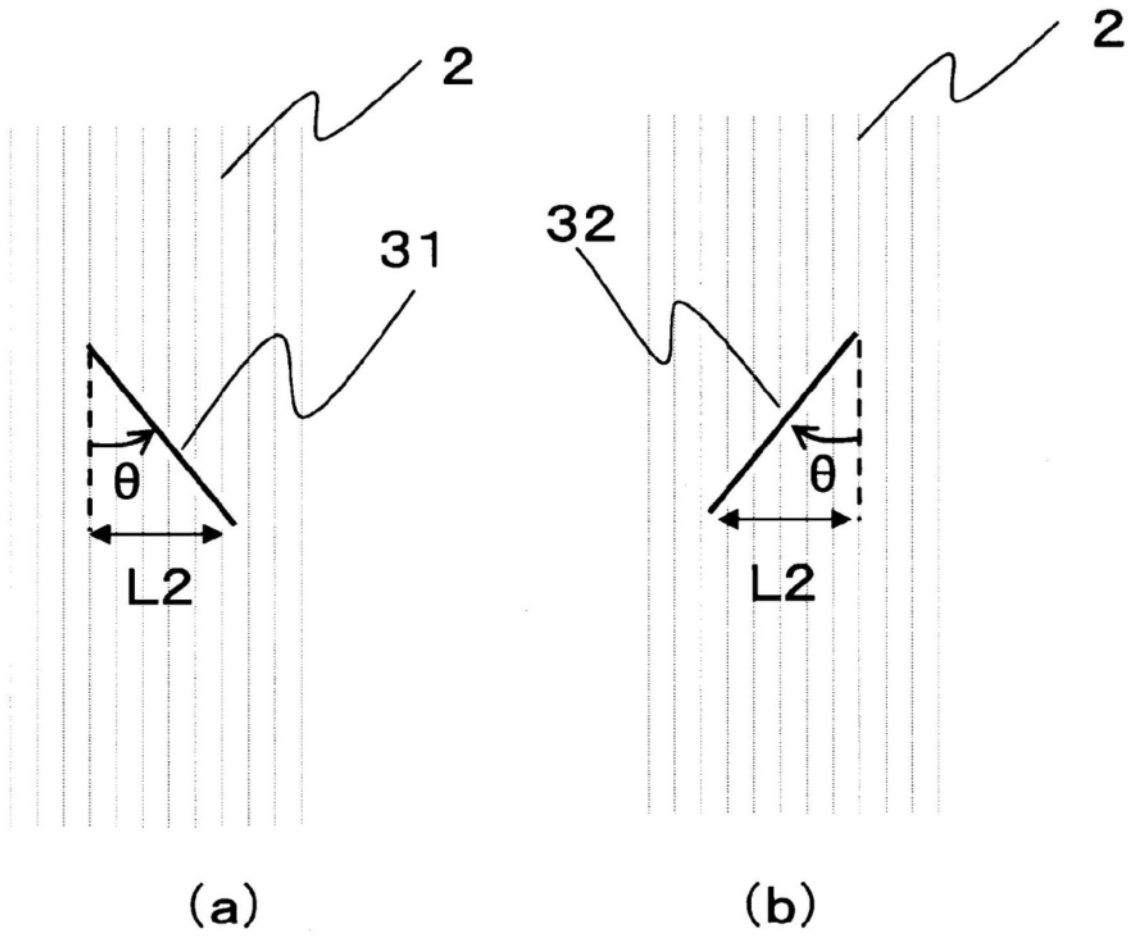


图3

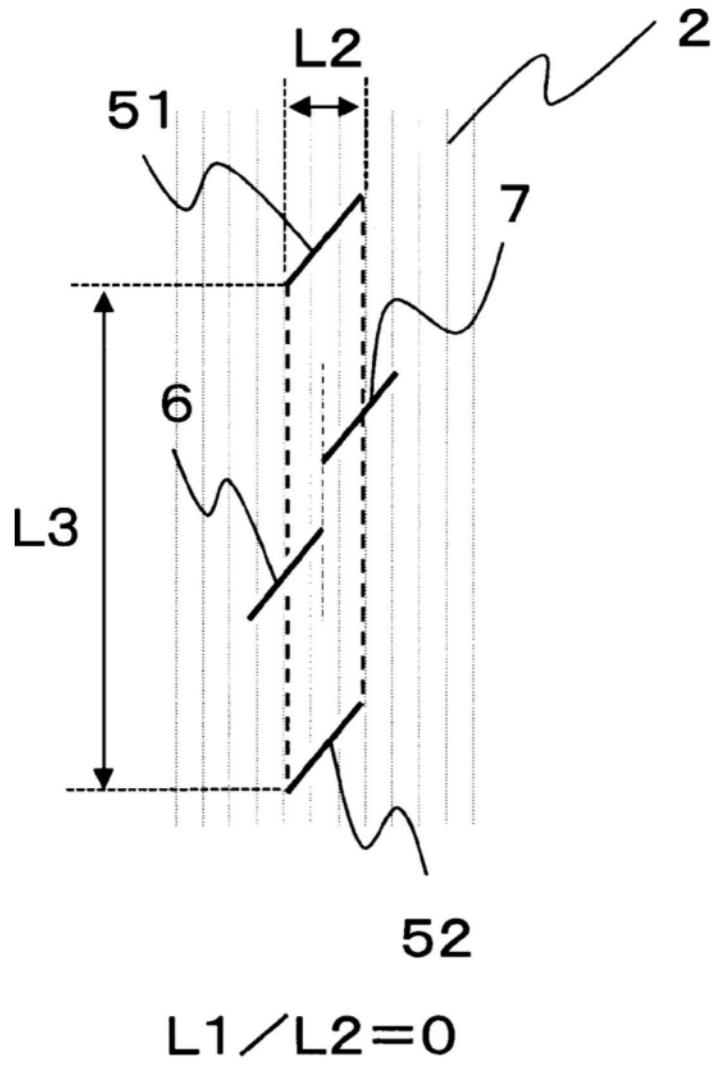


图4

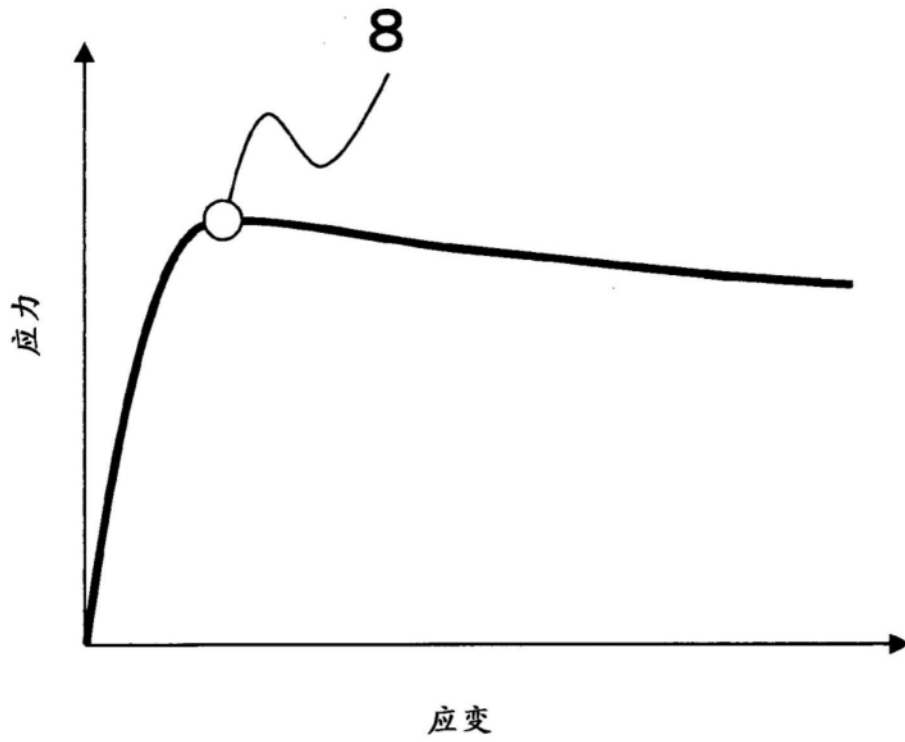


图6

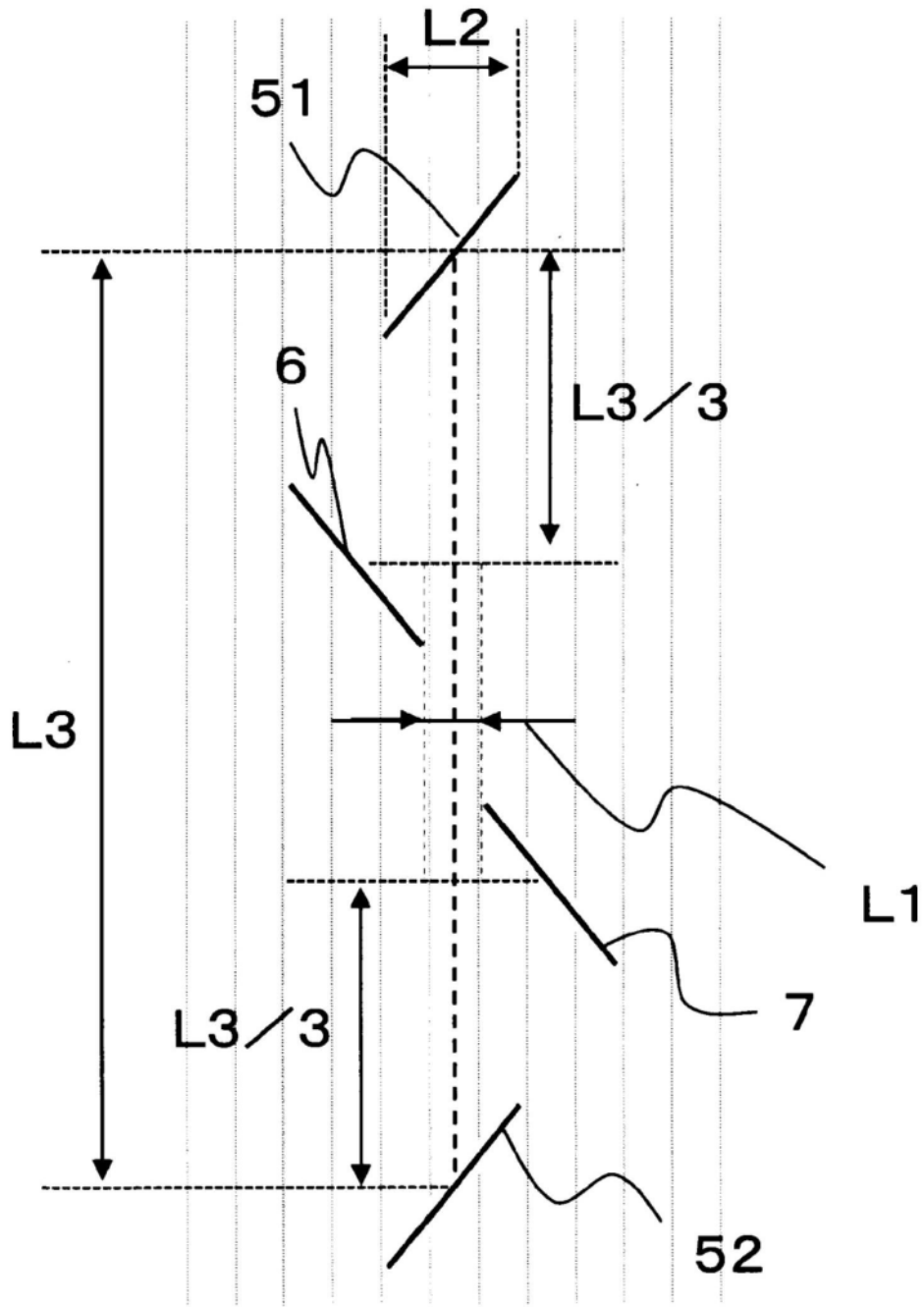


图7