(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 103079784 A
(43)申请公布日 2013.05.01

(21)申请号 201180041140.8
(22)申请日 2011.07.27
(30)优先权数据
2010-191484 2010.08.27 JP
(85)PCT申请进入国家阶段日
2013.02.25
(86)PCT申请的申请数据
PCT/JP2011/067116 2011.07.27
(87)PCT申请的公布数据
WO2012/026270 JA 2012.03.01
(71)申请人 宝理塑料株式会社
地址 日本东京都
(72)发明人 平田邦纮 石田大 平郡元一
(74)专利代理机构 北京林达刘知识产权代理事务所(普通合伙) 11277
代理人 刘新宇 李茂家
(51)Int.Cl.
B29B 9/14(2006.01)
B29B 7/48(2006.01)
B29B 7/72(2006.01)
B29B 9/06(2006.01)
B29C 47/92(2006.01)
C08J 5/08(2006.01)

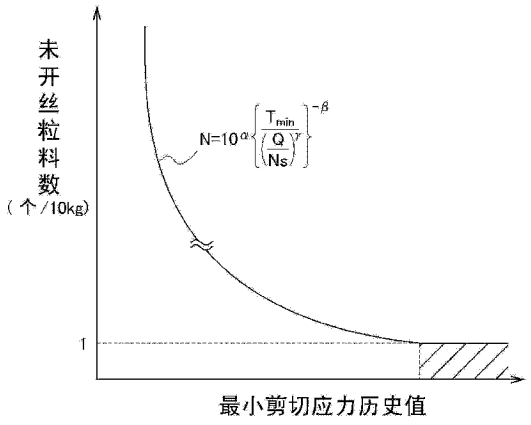
权利要求书2页 说明书14页 附图10页

(54)发明名称

玻璃纤维强化热塑性树脂组合物粒料的制造方法

(57)摘要

在使用啮合型的双螺杆以上的挤出机的树脂成形品的制造中,为了实现高生产率,提供能够在短时间内将作为单丝的集合体的玻璃粗纱或短切丝等玻璃纤维束开丝成单丝的制造条件。其是使用具备相互间旋转啮合的螺杆的双螺杆以上的挤出机制造玻璃纤维强化热塑性树脂组合物粒料的方法,其中,控制混合混炼时玻璃纤维束受到的剪切应力的时间积分值的最小值(最小剪切应力历史值 T_{min}),决定制造条件。



CN 103079784 A

1. 一种玻璃纤维强化热塑性树脂组合物粒料的制造方法，其为使用具备相互间旋转啮合的螺杆的双螺杆以上的挤出机制造玻璃纤维强化热塑性树脂组合物粒料的方法，其具备：

将热塑性树脂供给至所述挤出机并加热、混炼进行塑化的塑化工序，以及

在所述塑化工序后，将一束以上的玻璃纤维束供给至所述挤出机，边开丝所述玻璃纤维束、边对开丝的玻璃纤维与塑化的所述热塑性树脂进行混炼的混炼工序，以及

在所述混炼工序后，将玻璃纤维强化热塑性树脂组合物挤出的挤出工序，以及

将挤出的所述玻璃纤维强化热塑性树脂组合物粒料化的粒料化工序；

将在所述混炼工序中各玻璃纤维束在供给至挤出机后在挤出机内受到的剪切应力进行时间积分并将时间积分值中的最小值设为最小剪切应力历史值 T_{min}，将螺杆转速设为 Ns，将所述挤出工序中的玻璃纤维强化热塑性树脂组合物的排出量设为 Q，将制造玻璃纤维强化热塑性树脂组合物粒料时的每单位量的含未开丝玻璃纤维的粒料数设为 N，先导出下述关系式(I)，在使所述 N 低于规定值的条件下制造，

[数学式 1]

$$N=10^{\alpha}\left\{\frac{T_{min}}{\left(\frac{Q}{Ns}\right)^{\gamma}}\right\}^{-\beta} \quad \cdots(I)$$

上述关系式(I)中的 α、β、γ 均为 0 以上的常数。

2. 根据权利要求 1 所述的玻璃纤维强化热塑性树脂组合物粒料的制造方法，其中，变更用于对所述热塑性树脂与所述玻璃纤维进行混炼的螺杆元件的外径时，所述关系式(I)为下述关系式(II)，

[数学式 2]

$$N=10^{\alpha}\left\{\frac{T_{min}}{\left(\frac{(d2/d1)^{\delta}Q}{(d2/d1)^{-\varepsilon}Ns}\right)^{\gamma}}\right\}^{-\beta} \quad \cdots(II)$$

上述关系式(II)中的 d1 为变更前的所述外径，d2 为变更后的所述外径，α、β、γ、δ、ε 全部为 0 以上的常数。

3. 根据权利要求 1 所述的玻璃纤维强化热塑性树脂组合物粒料的制造方法，其中，满足所述 N 低于规定值的制造条件按照含以下步骤的方法导出：

制作表示排出量 Q 与所述最小剪切应力历史值 T_{min} 之间关系的近似曲线的近似曲线制作步骤，以及

将用于边开丝所述玻璃纤维束、边对开丝的玻璃纤维与塑化的所述热塑性树脂进行混炼的捏合盘的长度以螺杆元件的外径(D)的倍数来表现，设为(L/D)，至少变更 1 次条件，制作表示在各(L/D)下的所述排出量 Q 与所述最小剪切应力历史值 T_{min} 之间关系的近似曲线的近似曲线制作步骤 2，以及

决定使所述粒料数 N 低于所述规定值的最小剪切应力历史值 T_{min} 的临界值 T_{min} 决定步骤，以及

由制作的各近似曲线算出在所述临界值 T_{min} 下的各排出量(Qn)的排出量 Qn 算出步骤，以及

由各近似曲线的所述 L/D 和所述各排出量(Qn)，将所述 L/D 和所述 Qn 之间的关系利用线性函数((Q)=f (L/D))进行近似的关系式导出步骤，以及

自满足(Q)<f (L/D)的条件中决定制造条件的制造条件决定步骤。

4. 根据权利要求 3 所述的玻璃纤维强化热塑性树脂组合物粒料的制造方法，其中，所述螺杆在对所述热塑性树脂与所述玻璃纤维进行混炼的混炼部的至少一部分具备在螺纹部具有切口的反向进给的螺杆元件。

5. 根据权利要求 1 ～ 3 任一项所述的玻璃纤维强化热塑性树脂组合物粒料的制造方法，其中，所述玻璃纤维强化热塑性树脂组合物包含聚对苯二甲酸丁二醇酯树脂。

玻璃纤维强化热塑性树脂组合物粒料的制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及用玻璃纤维强化的热塑性树脂组合物粒料的制造方法。

背景技术

[0002] 作为在热塑性树脂中混合混炼玻璃纤维、制造玻璃纤维强化热塑性树脂组合物粒料的方法，一般为如下的方法：在挤出机中供给热塑性树脂，使其熔融后供给玻璃纤维，在挤出机内将热塑性树脂与玻璃纤维混合混炼，将混合物冷却、造粒。使用的挤出机为单螺杆挤出机与同向完全啮合型双螺杆挤出机(以下有时称作双螺杆挤出机)，但与单螺杆挤出机相比，双螺杆挤出机的生产率与运转的自由度更高，因而更优选使用双螺杆挤出机。

[0003] 对于上述玻璃纤维强化热塑性树脂组合物粒料的制造，使用的玻璃纤维为将300根～3000根左右的直径6μm～20μm的单丝集束成一束并卷取成粗纱(roving)的纤维，或将粗纱切成长度1～4mm的纤维(以下有时称作短切丝(chopped strand))。短切玻璃的处理更为便利，因此，工业上制造玻璃纤维强化热塑性树脂组合物粒料时，最常进行的是如下方法：在双螺杆挤出机中供给热塑性树脂，在热塑性树脂熔融后，自双螺杆挤出机的中途供给短切玻璃，将熔融状态的热塑性树脂与玻璃纤维混合混炼，将混合物挤出并冷却固化。

[0004] 上述使用双螺杆挤出机进行玻璃纤维强化热塑性树脂组合物粒料的生产率由双螺杆挤出机的塑化能力与混合混炼能力来决定。除螺杆设计以外，双螺杆挤出机的塑化能力还依赖于螺杆的沟槽深度(螺杆的外径与齿根直径的差)和螺杆产生的扭矩、和转速。如专利文献1所示，开发了具有大的沟槽深度和高扭矩以及高转速的双螺杆挤出机。通过该开发，双螺杆挤出机的塑化能力得到了飞跃的提高。另一方面，双螺杆挤出机的混合混炼能力依赖于螺杆设计。随着双螺杆挤出机塑化能力的提高，滞留时间减少，因而要求开发在短时间内具有高效的混炼混合性能的螺杆设计。

[0005] 作为玻璃纤维，如前所述，一般使用300根～3000根的单丝集束而成的短切丝。这是因为，不将玻璃纤维形成单丝的束而供给至双螺杆挤出机的方法中，单丝棉化，流动性消失，难于处理。在双螺杆挤出机内，短切丝被混合混炼直至成为开丝的单丝。同时，短切丝断裂直至单丝的长度为300μm～1000μm。

[0006] 若双螺杆挤出机内的混合混炼不充分，则不开丝成单丝、而是作为单丝的集合体的状态的短切丝的一部分或全部残留在树脂组合物粒料中。玻璃纤维强化热塑性树脂组合物粒料中残留有短切丝的一部分或全部时，在注射成型中，上述短切丝的一部分或全部堵塞浇口，无法进行注射成型，或者即便能注射成型，成形品中也存在上述短切丝的一部分或全部，成为外观不良或功能低下的原因。

[0007] 为了改善玻璃纤维强化热塑性树脂组合物粒料的生产率，经济地生产，使用了专利文献1的高功能的双螺杆挤出机，但生产率提高时，在短滞留时间下更难以将短切丝完全开丝成单丝，要求开发出在维持高生产率的同时开丝成单丝的技术。

[0008] 现有技术文献

[0009] 专利文献

[0010] 专利文献 1 :日本特表平 11-51266 号公报

发明内容

[0011] 发明要解决的问题

[0012] 本发明是为了解决以上课题而做出的,其目的在于,在使用啮合型的双螺杆以上的挤出机的树脂成形品的制造中,为了实现高生产率,提供能够在短时间内将作为单丝的集合体的玻璃粗纱或短切丝等玻璃纤维束开丝成单丝的制造条件。

[0013] 用于解决问题的方案

[0014] 本发明人等为了解决以上课题而进行了深入研究。其结果发现,对在双螺杆挤出机内产生的剪切应力进行分析,排出量 Q 与螺杆转速 Ns 之比(Q/Ns)恒定时,通过控制各玻璃纤维束在供给至挤出机后在挤出机内受到的剪切应力进行时间积分的时间积分值中的最小值 T_{min},可以控制含未开丝玻璃纤维的粒料数 N,进而发现,上述比(Q/Ns)非恒定时,可以用上述 T_{min} 以及(Q/Ns)来表示含未开丝玻璃纤维的粒料数 N,从而完成了本发明。更具体而言,本发明提供以下的内容。

[0015] (1)一种玻璃纤维强化热塑性树脂组合物粒料的制造方法,其是使用具备相互间旋转啮合的螺杆的双螺杆以上的挤出机制造玻璃纤维强化热塑性树脂组合物粒料的方法,其具备 :

[0016] 将热塑性树脂供给至所述挤出机并加热、混炼进行塑化的塑化工序,以及

[0017] 在所述塑化工序后,将一束以上的玻璃纤维束供给至所述挤出机,边开丝所述玻璃纤维束、边对开丝的玻璃纤维与塑化的所述热塑性树脂进行混炼的混炼工序,以及

[0018] 在所述混炼工序后,将玻璃纤维强化热塑性树脂组合物挤出的挤出工序,以及

[0019] 将挤出的所述玻璃纤维强化热塑性树脂组合物粒料化的粒料化工序 ;

[0020] 将在所述混炼工序中各玻璃纤维束在供给至挤出机后在挤出机内受到的剪切应力进行时间积分并将时间积分值中的最小值设为最小剪切应力历史值 T_{min},将螺杆转速设为 Ns,将所述挤出工序中的玻璃纤维强化热塑性树脂组合物的排出量设为 Q,将制造玻璃纤维强化热塑性树脂组合物粒料时的每单位量的含未开丝玻璃纤维的粒料数设为 N,先导出下述关系式(I),在使所述 N 低于规定值的条件下制造。

[0021] [数学式 1]

[0022] $$N = 10^{\alpha}\left\{\frac{T_{min}}{\left(\frac{Q}{Ns}\right)^{\gamma}}\right\}^{-\beta} \quad \cdots (I)$$

[0023] (上述关系式(I)中的 α 、β 、γ 均为 0 以上的常数。)

[0024] (2)根据(1)所述的玻璃纤维强化热塑性树脂组合物粒料的制造方法,其中,变更用于对所述热塑性树脂与所述玻璃纤维进行混炼的螺杆元件的外径时,所述关系式(I)为

下述关系式(II)。

[0025] [数学式 2]

[0026] $$N=10^{\alpha}\left\{\frac{T_{min}}{\left(\frac{(d2/d1)^{\delta}Q}{(d2/d1)^{-\varepsilon}Ns}\right)^{\gamma}}\right\}^{-\beta} \quad \cdots(II)$$

[0027] (上述关系式(II)中的 d1 为变更前的所述外径,d2 为变更后的所述外径,α、β、γ、δ、ε 全部为 0 以上的常数。)

[0028] (3)根据(1)所述的玻璃纤维强化热塑性树脂组合物粒料的制造方法,其中,满足所述 N 低于规定值的制造条件按照含以下步骤的方法导出。

[0029] 制作表示排出量 Q 与所述最小剪切应力历史值 T_{min} 之间关系的近似曲线的近似曲线制作步骤,以及

[0030] 将用于边开丝所述玻璃纤维束、边对开丝的玻璃纤维与塑化的所述热塑性树脂进行混炼的捏合盘的长度以螺杆元件的外径(D)的倍数来表现,设为(L/D),至少变更 1 次条件,制作表示在各(L/D)下的所述排出量 Q 与所述最小剪切应力历史值 T_{min} 之间关系的近似曲线的近似曲线制作步骤 2,以及

[0031] 决定使所述粒料数 N 低于所述规定值的最小剪切应力历史值 T_{min} 的临界值 T_{min} 决定步骤,以及

[0032] 由制作的各近似曲线算出在所述临界值 T_{min} 下的各排出量(Qn)的排出量 Qn 算出步骤,以及

[0033] 由各近似曲线的所述 L/D 和所述各排出量(Qn),将所述 L/D 和所述 Qn 之间的关系利用线性函数((Q)=f (L/D))进行近似的关系式导出步骤,以及

[0034] 自满足(Q)<f (L/D)的条件中决定制造条件的制造条件决定步骤。

[0035] (4)根据(3)所述的玻璃纤维强化热塑性树脂组合物粒料的制造方法,其中,所述螺杆在对所述热塑性树脂与所述玻璃纤维进行混炼的混炼部的至少一部分具备在螺纹(Flight)部具有切口(notch)的螺杆元件。

[0036] (5)根据(1)～(3)任一项所述的玻璃纤维强化热塑性树脂组合物粒料的制造方法,其中,所述玻璃纤维强化热塑性树脂组合物包含聚对苯二甲酸丁二醇酯树脂。

[0037] 发明的效果

[0038] 使用双螺杆以上的挤出机时,有玻璃纤维束不开丝而残留在树脂组合物粒料中的问题,但根据本发明,通过控制混合混炼时玻璃纤维束受到的剪切应力的时间积分值的最小值(最小剪切应力历史值 T_{min}),可以得到玻璃纤维束开丝成单丝、玻璃纤维均匀分散的树脂组合物粒料。

[0039] 具体而言,通过进行挤出机的挤出条件(Q (排出量) 与 Ns (螺杆转速))与螺杆设计的组合的最优化,控制最小剪切应力历史值 T_{min},树脂组合物粒料中不会残留单丝的集合体的状态的玻璃纤维束的一部分或全部。

[0040] 另外，使用生产效率优异的高性能双螺杆挤出机时，尤其有玻璃纤维束不开丝而残留在树脂组合物粒料中的问题。本发明即便使用这种高性能的双螺杆挤出机也能够消除上述玻璃纤维未开丝的问题。

附图说明

[0041] 图 1 为示出挤出机的螺杆构成的一个例子的图。

[0042] 图 2 为示出表示本发明使用的关系式（I）的图表的图。

[0043] 图 3 为示出表示在各（L/D）下的排出量 Q 与最小剪切应力历史值 T_{min} 之间关系的近似曲线的图。

[0044] 图 4 为示出表示 L/D 与 Qn 之间关系的线性函数（(Q) =f （L/D））的图。

[0045] 图 5 为示出实施例使用的具体的螺杆图案的图。

[0046] 图 6 为示出实施例使用的具体的螺杆形状的图。

[0047] 图 7 为示出实施例使用的挤出机的 Q/Ns=1.0 的条件下，最小剪切应力历史值（Pa • sec）与玻璃纤维束的一部分或全部未开丝的粒料数（个 / 粒料 10kg）之间关系的图。

[0048] 图 8 为示出实施例使用的挤出机的 Q/Ns=1.0、Q/Ns=0.8、Q/Ns=0.5 的条件下，最小剪切应力历史值（Pa •sec）与玻璃纤维束的一部分或全部未开丝的粒料数（个 / 粒料 10kg）之间关系（相关曲线（correlation Curve））的图。

[0049] 图 9 为示出基本上不依赖于实施例使用的挤出机的 Q/Ns 的最小剪切应力历史值（Pa • sec）与玻璃纤维束的一部分或全部未开丝的粒料数（个 / 粒料 10kg）之间关系（相关曲线）的图。

[0050] 图 10 为示出实施例使用的挤出机的排出量与最小剪切应力历史值之间关系的图。

[0051] 图 11 为示出实施例使用的挤出机的排出量与 L/D 之间关系的图。

具体实施方式

[0052] 以下，对本发明的实施方式进行详细的说明，但本发明不受以下实施方式的任何限制，可以在本发明目的的范围内进行适当变更而实施。另外，对于重复说明的地方，有时会适当省略说明，但并非对发明的宗旨进行限制。

[0053] 本发明为玻璃纤维强化热塑性树脂组合物粒料的制造方法，本发明的制造方法具备 :塑化工序、混炼工序、挤出工序以及粒料化工序。本发明通过以最小剪切应力历史值 T_{min} 的值为一定以上的方式调节挤出工序中的排出量 Q、混炼工序中的螺杆转速 Ns，从而抑制玻璃纤维束不开丝而残留在树脂组合物粒料中。

[0054] 以下，对这些各工序进行说明。另外，以图 1 所述的双螺杆挤出机为例进行说明。该挤出机具备树脂塑化部和混炼部。树脂塑化部具备供给部、塑化部、输送部。混炼部具备混炼部 1、混炼部 2。

[0055] < 塑化工序 >

[0056] 塑化工序中，输送自料斗供给的热塑性树脂并使其熔融，制作均匀的熔融物。首先对热塑性树脂进行说明，接着，对自料斗供给的热塑性树脂成为均匀的熔融物为止（塑化工序的详细内容）进行说明。

[0057] [热塑性树脂]

[0058] 本发明的制造方法中，对使用的热塑性树脂的种类没有特别的限制。作为热塑性树脂的具体例子，可以举出聚丙烯、聚乙缩醛、液晶性树脂、聚对苯二甲酸丁二醇酯、聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚苯硫醚、尼龙 66 等。这些热塑性树脂中，尤其是粘度越低，越容易产生上述玻璃纤维束的不开丝的问题。这是因为，粘度低时，在熔融状态下难以产生剪切应力，集束单丝而成的玻璃纤维束变得难于开丝。作为粘度低的树脂，例如可以举出液晶性树脂、聚对苯二甲酸乙二醇酯、尼龙 66 等。

[0059] [塑化工序的详细内容]

[0060] 热塑性树脂的塑化通过图 1 所述的双螺杆挤出机的树脂塑化部来进行。树脂塑化部具有：供给部、塑化部、输送部。作为在供给部以及输送部使用的螺杆元件，例如可以举出由顺螺纹构成的输送用元件等。作为在塑化部使用的螺杆元件，可以举出反螺纹、密封环、顺捏合盘、反捏合盘等螺杆元件的组合等。以下，对供给部、塑化部、输送部进行简单的说明。

[0061] 在供给部输送树脂粒料。供给部起如下作用：一般在树脂粒料不熔融的温度设定下，自料斗侧向模头方向侧输送树脂粒料。像这样在树脂粒料不熔融的低温下进行，但作为熔融的准备阶段，有时也利用外部加热器进行预热。另外，由于树脂粒料夹在旋转的螺杆与机筒之间，在树脂粒料上施加有摩擦力，产生摩擦热。有时也会由上述预热、摩擦热而开始熔融。

[0062] 根据情况的不同，需要在供给部按照以往公知的方法进行螺杆的沟槽深度的调节、预热的温度调节，使得树脂粒料的输送顺利地进行。

[0063] 塑化部中，在自供给部输送的树脂粒料上施加压力从而使树脂粒料熔融。塑化部中，树脂粒料上施加有剪切应力的结果，树脂粒料边熔融、还边向前方（自料斗向模头的方向）输送。

[0064] 在输送部输送在塑化部熔融了的热塑性树脂（以下有时称作熔融树脂）。输送部将在塑化部成为均匀的熔融状态的热塑性树脂输送至混炼部。

[0065] <混炼工序>

[0066] 混炼工序中，在塑化工序后，将一束以上的玻璃纤维束供给至挤出机中，边开丝上述玻璃纤维束、边将开丝的玻璃纤维与塑化的热塑性树脂混炼。

[0067] 混炼工序通过图 1 所示的双螺杆挤出机的混炼部来进行。混炼部由混炼部 1、混炼部 2 构成，混炼部 2 由混炼部 21、混炼部 22 构成。作为在混炼部 1 使用的螺杆元件，例如可以举出由顺螺纹构成的输送用的元件。作为混炼部 21 以及 22 使用的螺杆元件，可以举出反螺纹、密封环、顺捏合盘、反捏合盘等螺杆元件的组合。例如可以举出：在混炼部 21 使用顺捏合盘，在混炼部 22 使用反螺纹等的组合。另外，如后所述，本发明的制造方法中，优选在混炼部 21 使用在螺纹部具有切口的反向进给的螺杆元件。

[0068] [混炼部 1]

[0069] 在混炼部 1 将自副原料供料口投入的玻璃纤维束与熔融树脂输送至混炼部 2。

[0070] 对玻璃纤维束没有特别的限制，可以使用 300 根～ 3000 根单丝集束而成的短切丝，优选使用 1100 根～ 2200 根集束而成的短切丝。另外，对单丝的直径没有特别的限制，优选为 6μm ～ 20μm 的范围的单丝，从物性上尤其优选 6μm、10μm、13μm 的单丝。另外，

也可以以粗纱的状态将单丝束连续地供给至双螺杆挤出机中。但是，由粗纱切成的短切丝在输送、向双螺杆挤出机供给时容易处理。因此，优选使用短切丝。

[0071] [混炼部 2]

[0072] 混炼部 2 中，在玻璃纤维束以及熔融树脂上施加剪切应力。通过施加剪切应力，进行玻璃纤维束的开丝以及单丝与熔融树脂的混炼。本发明的制造方法的特征在于：在混炼部 2 的玻璃纤维束与熔融树脂的混炼后，未开丝的玻璃纤维束基本不残留。为了得到这样的效果，需要以最小剪切应力历史值 T_{min} 的值为一定以上的方式，调节挤出工序中的排出量 Q、混炼工序中的螺杆转速 Ns 等。以下，对制造条件的决定方法进行说明。

[0073] [制造条件的决定]

[0074] 首先，使用各玻璃纤维束在供给至挤出机后在挤出机内受到的剪切应力进行时间积分而得到的时间积分值中的最小值（最小剪切应力历史值（T_{min}））、螺杆转速（Ns）、排出量（Q）来表示每单位量的未开丝的粒料数 N。具体而言以下述式（I）的形式来表示。

[0075] [数学式 3]

[0076] $$N = 10^{\alpha}\left\{\frac{T_{min}}{\left(\frac{Q}{Ns}\right)^{\gamma}}\right\}^{-\beta} \quad \cdots (I)$$

[0077] （上述关系式（I）中的 α、β、γ 均为 0 以上的常数。）

[0078] 接着，导出使 N<0.1 的条件（排出量 Q、螺杆转速 Ns）（在这里，以 N 低于规定值为每 kg 低于 0.1 个来进行说明。这是因为，N 为每单位量的树脂组合物中含未开丝玻璃纤维的粒料数，设为低于 0.1 时，粒料中含有未开丝玻璃纤维的可能性非常低。另外，为了提高粒料数的测定精度，将单位量设为 10kg。）。以未开丝的状态残留的玻璃纤维束的个数为每 10kg 粒料低于 1，因此可以充分抑制玻璃纤维束以未开丝的状态残留在树脂组合物粒料中。

[0079] 对决定制造条件时所必要的式（I）的导出过程的一个例子进行具体的说明。

[0080] 首先，对常数 α、β 的导出进行说明。在（Q/Ns）恒定的条件（例如，$Q_1/Ns_1=1$）下，由多个 T_{min} 求出在规定的最小剪切应力历史值 T_{min} 下的未开丝粒料数 N（个 /10kg），导出以下的关系式（III）。

[0081] [数学式 4]

[0082] $$N = 10^{\alpha} T_{min}^{-\beta} \quad \cdots (III)$$

[0083] （上述关系式（I）中的 α、β 为 0 以上的常数。）

[0084] 最小剪切应力历史值 T_{min} 可以通过模拟来导出。对模拟方法没有特别的限制，可以使用以往公知的方法。作为以往公知的方法，可以举出如同实施例所记载的粒子跟踪分析。最小剪切应力历史值 T_{min} 为剪切应力进行时间积分而得到的时间积分值，积分区间为在熔

融树脂以及玻璃纤维束施加有剪切应力的区间，在图 1 所示的挤出机的情况下，为混炼部 2 的区间。

[0085] 对最小剪切应力历史值的导出方法没有特别的限制。可以举出使用模拟来导出的方法，通过实验来导出的方法等。

[0086] 通过将由上述得到的最小剪切应力历史值 T_{min}、未开丝粒料数 N 标绘于图表上，按照以往公知的方法求得近似函数，从而可以决定关系式（I）中的常数 α 、β 。其中，作为求得近似函数的具体的方法可以举出最小二乘法、高斯牛顿法、单纯形法这样的方法等。

[0087] 接着，对 γ 的导出进行说明。将（Q/Ns）变更为不同的值（例如从 Q_1/Ns_1 变更为 Q_2/Ns_2），按照同样的方法求得最小剪切应力历史值 T_{min} 与未开丝粒料数 N 之间的关系式。由此导出多个（Q/Ns）的值下的最小剪切应力历史值 T_{min} 与未开丝粒料数 N 之间的关系式。

[0088] 基于多个（Q/Ns）的值下的最小剪切应力历史值 T_{min} 与未开丝粒料数 N 之间的关系式，可以通过使用以往公知的近似函数导出方法来决定 γ 。其中，作为以往公知的近似函数导出方法，可以举出最小二乘法、高斯牛顿法、单纯形法这样的方法等。

[0089] 最后，如上所述得到式（I）后，导出使 N 每 10kg 低于 1 的排出量 Q、螺杆转速 Ns。通过在导出的条件下进行树脂组合物粒料的制造，在混炼部，玻璃纤维束充分地开丝，可以抑制未开丝部分在粒料中残留。图 2 为表示关系式（I）的图表。图表的纵轴为未开丝粒料数（以每 10kg 粒料的未开丝粒料数为示例），横轴为最小剪切应力历史值。图 2 中以斜线示出使 N 低于 1 的条件。

[0090] 在导出使 N 每 10kg 低于 1 的排出量 Q、螺杆转速 Ns 时，需要重复在各种各样条件下计算直至导出 N 低于 1 的条件。具体而言，在数式（I）中代入 Q、Ns、T_{min}，在各种各样条件下进行计算，直至使 N 低于 1。然而，该导出方法的情况下，每个研讨的条件 T_{min} 都需要通过模拟导出，但通过模拟导出 T_{min} 需要花费时间，因此，优选利用后述的简便的制造条件的决定方法求得制造条件。

[0091] 另外，导程长度是指，用于边开丝玻璃纤维束、边对开丝的玻璃纤维与塑化的热塑性树脂进行混炼的元件中有切口的反向进给的螺纹的导程长度（混炼部 21）。

[0092] ［变更挤出机尺寸时的制造条件的决定］

[0093] 一般而言，使用小型的试作样机进行制造条件的研究，通过大型的量产机进行树脂组合物粒料的制造。利用该量产机进行制造时，使用通过小型的试作样机导出的关系式（I）时，无法正确选择使未开丝粒料数低于规定值的制造条件。这是因为，即便是相同的排出量以及相同的螺杆转速的条件，小型的试作样机与大型的量产机之间，来自料筒（barrel）的传热量不同，施加在熔融树脂上的热能不同。

[0094] 使用大型的量产机而非小型的试作样机进行模拟、实验等，虽然也能导出上述关系式（I），但浪费时间、费用与工夫。通过进行以下说明的方法，可以从用小型的试作样机导出的关系式（I）导出能够在大型的量产机使用的关系式（II）。

[0095] 螺杆元件的外径 D 从 d1 变更至 d2 时，在试作样机中的排出量 Q_m 与在量产机中的排出量 Q_M 之间，成立下述关系式（IV），在试作样机中的螺杆转速 Ns_m 与在量产机中的螺杆转速 Ns_M 之间，成立下述关系式（V）。

[0096] ［数学式 5］

[0097] $$Q_M = \left(\frac{d2}{d1}\right)^{\delta} Q_m \qquad \cdots (\mathrm{IV})$$

[0098] [数学式 6]

[0099] $$Ns_M = \left(\frac{d2}{d1}\right)^{-\varepsilon} Ns_m \qquad \cdots (\mathrm{V})$$

[0100] 以施加在熔融树脂上的比能为同等的方式决定上述关系式(IV)、(V)的 δ 以及 ε。作为 δ 以及 ε 的决定方法,可以使用理论的决定方法、实验的决定方法的任意方法。作为理论的决定方法,一般而言,假设为隔热状态,以目标函数比能、或总剪切量、滞留时间等在小型机中与在大型机中一致的方式,导出参数 δ 以及 ε。也可以假设小型机与大型机的传热量的差,以作为目标函数的比能在小型机中与在大型机中一致的方式,导出参数 δ 以及 ε。作为实验的决定方法,可以举出:将目标函数设为比能,或者采用表示物性的参数,以目标函数在小型机中与在大型机中一致的方式,统计地算出参数 δ 以及 ε 的方法。

[0101] 通过导出在小型的试作样机与大型的量产机之间成立的上述关系式(IV)、(V),可以容易地导出对大型机成立的未开丝粒料数 N 与最小剪切应力历史值 T_{min} 之间的下述关系式(II)。

[0102] [数学式 7]

[0103] $$N = 10^{\alpha}\left\{\frac{\mathrm{T_{min}}}{\left(\frac{(d2/d1)^{\delta} Q}{(d2/d1)^{-\varepsilon} Ns}\right)^{\gamma}}\right\}^{-\beta} \qquad \cdots (\mathrm{II})$$

[0104] 制造条件以满足 N 低于规定值的方式进行调节。具体而言,例如,如上所述,决定挤出机尺寸(螺杆元件的外径 D)、排出量 Q、螺杆转速 Ns,进行最小剪切应力历史值 T_{min} 的模拟,变更 L/D、排出量 Q、螺杆转速 Ns 的条件直至使 N 低于规定值,进行研究。

[0105] [简便的制造条件的决定方法]

[0106] 通过使用如上所述的关系式(I)、(II),可以决定不会制造出含未开丝的玻璃纤维束的树脂组合物粒料的制造条件。然而,每次研究制造条件时,都在数式(I)或(II)中代入 Ns、Q、T_{min} 的方法的场合,非常花费时间(尤其是通过模拟导出 T_{min} 花费时间。)。于是,通过用以下的方法导出玻璃混炼部的长度 L/D 与容许的最大的排出量(最大排出量)之间的关系,可以容易地决定制造条件。其结果,可以决定满足使 N 低于规定值的条件的制造条件。

[0107] 以下说明的导出玻璃混炼部的长度 L/D 与最大排出量之间关系的方法具备:近似曲线制作步骤、近似曲线临界值 T_{min} 决定步骤、排出量 Qn 算出步骤以及关系式导出步骤。以

下对各步骤进行详细的说明。

[0108] (近似曲线制作步骤)

[0109] 在近似曲线制作步骤中，使Q/Ns=固定，制作表示排出量Q与前述最小剪切应力历史值T_{min}之间关系的近似曲线。

[0110] 具体而言，例如可以基于挤出机尺寸(D)、混炼部的长度(L/D)、排出量Q、螺杆转速Ns、最小剪切应力历史值T_{min}制作近似曲线。需要说明的是，对于挤出机尺寸(L/D)、排出量Q、螺杆转速Ns、最小剪切应力历史值T_{min}，使用在数式(I)的算出中所用的即可。

[0111] 例如，对由(Q_A、T_{minA})、(Q_B、T_{minB})、(Q_C、T_{minC})制作近似曲线的方法没有特别的限制，例如可以使用最小二乘法、高斯牛顿法、单纯形法这样的方法等来制作。另外，图3的(a)中示出近似曲线F1。

[0112] (近似曲线制作步骤2)

[0113] 近似曲线制作步骤2为如下的步骤：作为混炼部的长度(L)、螺杆元件的外径(D)，至少变更1次混炼部(L/D)的条件，使用与上述近似曲线制作步骤同样的方法，制作表示在各(L/D)下的排出量Q与最小剪切应力历史值T_{min}之间关系的近似曲线。

[0114] 在近似曲线制作步骤2中，导出至少一条近似曲线即可，在这里导出了近似曲线F2、F3。图3的(b)中示出了近似曲线F1、F2、F3。

[0115] (临界值T_{min}决定步骤)

[0116] 临界值T_{min}决定步骤是指：决定上述式(I)中使粒料数N低于1的最小剪切应力历史值T_{min}的步骤。可以将上述式(I)用纵轴为未开丝粒料数N、横轴为最小剪切应力历史值T_{min}的图表来表示，从而导出。

[0117] (排出量Qn算出步骤)

[0118] 排出量Qn算出步骤是指：由制作的各近似曲线算出临界值T_{min}下的各排出量(Qn)的步骤。

[0119] 将在近似曲线F1中代入临界值T_{min}而算出的排出量设为Q1，将在近似曲线F2中代入临界值T_{min}而算出的排出量设为Q2，将在近似曲线F3中代入临界值T_{min}而算出的排出量设为Q3。Q1、Q2、Q3示于图3的(c)中。

[0120] (关系式导出步骤)

[0121] 关系式导出步骤是指：由各近似曲线中的L/D与上述各排出量(Qn)，利用线性函数((Q)=f (L/D))将上述L/D与Qn之间的关系近似的步骤。

[0122] 将导出排出量Q1时的L/D设为L1/D1，将导出排出量Q2时的上述L/D设为L2/D2，将导出排出量Q3时的上述L/D设为L3/D3。使横轴为混炼部L/D、使纵轴为排出量Q，由(Q1、L1/D1)、(Q2、L2/D2)、(Q3、L3/D3)导出线性函数((Q)=f (L/D))。导出结果如图4的(a)所示。需要说明的是，对导出方法没有特别的限制，例如可以使用最小二乘法等方法导出。其中，导程长度(lead length)(L)是指：用于边开丝玻璃纤维束、边对开丝的玻璃纤维与塑化的热塑性树脂进行混炼的捏合盘的导程长度(混炼部21)。

[0123] 通过以上，导出了L/D与最大排出量之间的关系。基于该关系，通过进行以下的制造条件决定步骤，可以容易地决定挤出条件。

[0124] 制造条件决定步骤是指：决定使含未开丝玻璃纤维束的粒料数低于规定值的制造条件的步骤。具体而言，决定满足(Q)<f (L/D)的区域。在该区域选择制造条件时，最小剪

切应力历史值 T_{min} 在临界值 T_{min} 以上，含未开丝玻璃纤维束的粒料数低于规定值。

[0125] 另外，需要将挤出机内的树脂温度维持在树脂劣化的温度以下。图 4 的（a）的虚线 Z 为示出树脂劣化的极限温度的线。可以提升排出量直至该线与（Q）=f（L/D）的交点。

[0126] 另外，使用关系式（II）代替关系式（I）时，在大型的量产机的情况下，也可以进行上述简便的制造条件的决定。

[0127] 另外，在图 4 的（b）中示出了在混炼部 2 中使用如日本特开 2002-120271 所记载的具有切口的螺杆元件时的 $(Q)_{BMS}=f\ (L/D)_{BMS}$。通过使用具有切口的螺杆元件，制造条件的选择范围扩大，因而优选。

[0128] ＜挤出工序、粒料化工序＞

[0129] 对玻璃纤维强化热塑性树脂组合物以何种方式挤出、以何种方式粒料化没有特别的限制，例如可以将以棒状挤出的玻璃纤维强化热塑性树脂组合物切断从而粒料化。另外，对切断方法没有特别的限制，可以利用以往公知的方法。

[0130] 实施例

[0131] 以下示出实施例和比较例对本发明进行具体的说明，本发明不受这些实施例的限制。

[0132] 在实施例中使用以下的材料。

[0133] 热塑性树脂：聚对苯二甲酸丁二醇酯树脂（PBT）（熔融指数（MI）=70g/10 分钟）

[0134] 碳母料

[0135] 玻璃纤维束：将 2200 根直径 13μm 的单丝集束而成的长度 3mm 的短切丝

[0136] 另外，组成为以下所述。

[0137] PBT：67.5 质量％、碳母料：2.5 质量％、玻璃纤维束：30 质量％

[0138] 挤出条件为以下所述。

[0139] 挤出机：同向完全啮合型双螺杆挤出机 TEX44αII（日本制钢所制）螺杆元件的外径（D）：0.047m

[0140] 挤出条件：

[0141] [表 1]

[0142]

排出量Q[kg/hr]	100	300	650
Q/Ns[kg/hr/rpm]	0.5，0.8，1.0		

[0143] 料筒温度：220℃

[0144] 螺杆设计：

[0145] （1）概要

[0146] 挤出机的螺杆可以如图 1 所示，图 1 所示的螺杆图案的概要为以下所述。

[0147] C1：料斗

[0148] C2 ～ C5：供给部

[0149] C5 ～ C6：塑化部

[0150] C6 ～ C8：输送部

[0151] C9 :副原料供料口

[0152] C10 :混炼部 1

[0153] C11 :混炼部 2（由混炼部 21、混炼部 22 构成）

[0154] （2）实施例中使用的具体的螺杆图案如图 5 所示。其中，在捏合盘中，将各盘偏离进给方向 45° 相位的盘设为 FK，将反向进给的 1 条螺纹且具有切口的元件设为 BMS。

[0155] 将图 5 的（a）所示的螺杆图案设为 FK1.0D（L/D=1），

[0156] 将图 5 的（b）所示的螺杆图案设为 FK2.0D（L/D=2），

[0157] 将图 5 的（c）所示的螺杆图案设为 BMS1.0D（L/D=1），

[0158] 将图 5 的（d）所示的螺杆图案设为 BMS2.0D（L/D=2），

[0159] 将图 5 的（e）所示的螺杆图案设为 BMS2.5D（L/D=2.5）。L/D 为混炼部 21 的长度（L）与螺杆元件的外径（D）的比（L/D）。

[0160] （3）螺杆的形状

[0161] 图 5 所示的螺杆图案仅有 C11 的混炼部 2 分别不同。C11 的混炼部 2 的螺杆形状如图 6 所示。图 5 的（a）的图案的螺杆形状示于图 6 的（a）中，图 5 的（b）的图案的螺杆形状示于图 6 的（b）中，图 5 的（c）的图案的螺杆形状示于图 6 的（c）中，图 5 的（d）的图案的螺杆形状示于图 6 的（d）中，图 5 的（e）的图案的螺杆形状示于图 6 的（e）中。

[0162] 图 6 的（a）所示的螺杆是混炼部 21 为长度 1.0D 的顺捏合盘、混炼部 22 为长度 0.5D 的反螺纹

[0163] 图 6 的（b）所示的螺杆是混炼部 21 为长度 2.0D 的顺捏合盘、混炼部 22 为长度 0.5D 的反螺纹

[0164] 图 6 的（c）所示的螺杆是混炼部 21 为长度 1.0D 的含切口的 1 条反捏合盘、混炼部 22 为长度 0.5D 的反螺纹

[0165] 图 6 的（d）所示的螺杆是混炼部 21 为长度 2.0D 的含切口的 1 条反捏合盘、混炼部 22 为长度 0.5D 的反螺纹

[0166] 图 6 的（e）所示的螺杆是混炼部 21 为长度 2.5D 的含切口的 1 条反捏合盘、混炼部 22 为长度 0.5D 的反螺纹

[0167] [制造条件的决定]

[0168] 在 Q/Ns=1.0 的条件下，求得如图 7 所示的最小剪切应力历史值（Pa·sec）与玻璃纤维束的一部分或全部未开丝的粒料数（个 / 粒料 10kg）之间的关系。最小剪切应力历史值（Pa·sec）通过模拟求出。未开丝粒料数通过实验求出。具体而言如以下求出。

[0169] 首先，对通过模拟导出最小剪切应力历史值（Pa·sec）进行说明。

[0170] 使用双螺杆挤出机内 3 维流动分析软件（R-flow 公司制 ScrewFlow-Multi）对同向完全啮合型双螺杆挤出机内的树脂特性进行分析。

[0171] 分析时使用的支配方程式为连续式（A）、Navier Stokes 式（B）、温度平衡式（C）。

[0172] [数学式 8]

[0173] $$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla \cdot \vec{v} = 0 \qquad \cdots (A)$$

[0174] [数学式 9]

[0175] $$-\nabla p+\nabla\cdot\vec{\tau}=0 \quad \cdots(\mathrm{B})$$

[0176] [数学式 10]

[0177] $$\frac{\partial T}{\partial t}+\rho C_p\vec{v}\cdot\nabla T=k\nabla^2 T+Q \quad \cdots(\mathrm{C})$$

[0178] 作为分析假设，设为非压缩性流体、且完全熔融 / 完全充满。另外，粘度近似式使用阿雷尼厄斯近似以及 WLF 近似。分析方法为有限体积法、SOR 法、SIMPLE 算法，作为计算，首先进行稳态分析，将其作为初始值，进行非稳态分析。非稳态分析后，配置示踪粒子(约 5000 个)，收集施加在示踪粒子上的局部信息(粒子跟踪分析)。剪切应力的时间积分值的最小值 Tmin 是对施加在示踪粒子上的局部信息的剪切应力进行时间积分，求出全部粒子的最小值而得到的。

[0179] 接着，对通过实验导出未开丝粒料数进行说明。

[0180] 将 PBT 供给至双螺杆挤出机后，在上述挤出条件下，供给玻璃的短切丝，混炼混合后，从模头挤出树脂组合物，从模头拉取熔融的树脂组合物并形成线料(strand)，在水槽中将线料冷却固化，使用切断机将线料切断成 3mm 的长度从而制作粒料。取 10kg 粒料，目视搜寻黑色粒料中的玻璃未开丝(银色的聚集块)，清点含玻璃未开丝的粒料的个数。

[0181] 使用最小二乘方法求出表示未开丝粒料数与最小剪切应力历史值之间关系的近似曲线(相关曲线)。在 Q/Ns=1.0 的条件下，在混炼部 2 中引入如前所述图 6 的(a)～(e)的不同的元件，且在不同的 Q 下进行实验与模拟，结果，得到如以下所示的一条近似曲线。近似曲线示于图 7 中。

[0182] [数学式 11]

[0183] $$N=10^{11.5042}\mathrm{T}_{\min}^{-2.200} \quad \cdots(\mathrm{VI})$$

[0184] 上述关系式(III)的 α 为 11.5042，β 为 -2.200。

[0185] 在 Q/Ns=0.8、Q/Ns=0.5 的条件下也与上述同样地，如图 8 所示求出最小剪切应力历史值(Pa·sec)与玻璃纤维束的一部分或全部未开丝的粒料数(个 / 粒料 10kg)之间的关系(相关曲线)。另外，在图 8 也示出了 Q/Ns=1.0 时的相关曲线。

[0186] 如图 8 所示，Q/Ns 不同相关曲线也不同。于是，利用最小二乘法近似为上述关系式(I)形式的函数。近似曲线示于图 9 中。可以如图 9 所示，通过基本不依赖于 Q/Ns 的一条相关曲线来近似。其中，γ 为 3.0。

[0187] 如图 9 所示，可以确认只要在规定的最小剪切应力历史值以上，未开丝粒料数每 10kg 低于 1。

[0188] [变更挤出机尺寸时的制造条件的决定]

[0189] 将螺杆元件的外径(D)的条件从 0.047m 变更为 0.069m。使用上述方法，以施加在熔融树脂上的比能为同等的方式对上述关系式(IV)、(V)的 δ 以及 ε 进行研究，利用成形加工(在第 11 卷、第 11 号、1999 年、910 页～913 页所记载)的方法进行修改并决定。δ 为 2.5、ε 为 0.5。

[0190] 最终在量产机中成为以下的关系式。

[0191] [数学式 12]

[0192] $$N = 10^{11.5042}\left(\frac{T_{min}}{\left(\frac{KQ}{D^3 Ns}\right)^{3.0}}\right)^{-2.2000} \quad \cdots(VII)$$

[0193] ($K=1.03823\times10^{-4}[m^3]$、$D^3=0.3285[m^3]$)

[0194] 使用以比能为同等的方式而调节的上述式时，通过利用模拟导出最小剪切应力历史值，可以确认使未开丝粒料数每单位量低于规定值的条件。

[0195] [简便的制造条件的决定方法]

[0196] (关系式导出步骤)

[0197] 使用上述关系式(VII)。

[0198] (近似曲线制作步骤、近似曲线制作步骤 2)

[0199] 基于导出关系式(VII)时得到的数据，导出排出量与最小

[0200] 剪切应力历史值之间的关系。导出结果示于图 10 的(a)中。另

[0201] 外，图 10 的(a)中也一并示出了近似曲线。

[0202] 对 Q/Ns=0.8 的情况也使用同样的方法制作近似曲线。结果

[0203] 示于图 10 的(b)中。

[0204] (临界值 T_{min} 决定步骤)

[0205] 以未开丝粒料数 N (个 / 粒料 1kg)低于 0.4 的方式设定时，由图 9 来求出，这时，最小剪切应力历史值为 78000Pa • sec。

[0206] (排出量 Qn 算出步骤)

[0207] 在图 10 中通过虚线示出 78000Pa •sec。将 Q/Ns=1.0 与 0.8 的情况下各近似曲线中最小剪切应力历史值成为 78000Pa • sec 的排出量总结至表 2 中。

[0208] [表 2]

[0209]

	FK			BMS			
L／D	1．0D	2．0D	3．0D	1．0D	2．0D	2．5D	3．0D
Q／Ns＝1．0 (kg/hr/rpm)	10	35	75	65	250	360	435
Q／Ns＝0．8 (kg/hr/rpm)	13	40	160	180	510	675	745

[0210] (关系式导出步骤 2、制造条件决定步骤)

[0211] 将表 2 的结果总结至图 11 中。图 11 所示的各直线示出了各 L/D 下未开丝粒料达到规定值的最大排出量，因而可以容易地决定制造条件。另外，图 11 中也一并示出了表示树脂劣化的极限温度的线(劣化极限线)。需要在直至与劣化极限线的交点为止的排出量中选择制造条件。

[0212] 另外，确认了通过在混炼部 21 中使用在螺纹部具有切口的螺杆元件，制造条件的选择范围变大。

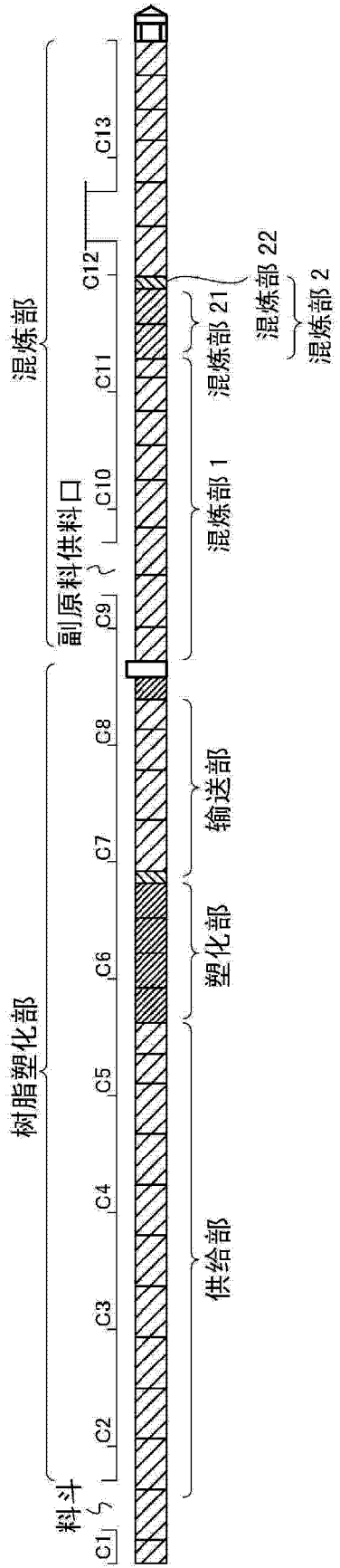

料斗
树脂塑化部
混炼部
C1
C2
C3
C4
C5
C6
C7
C8
C9
C10
C11
C12
C13
副原料供料口
供给部
塑化部
输送部
混炼部 1
混炼部 21
混炼部 22
混炼部 2

图 1

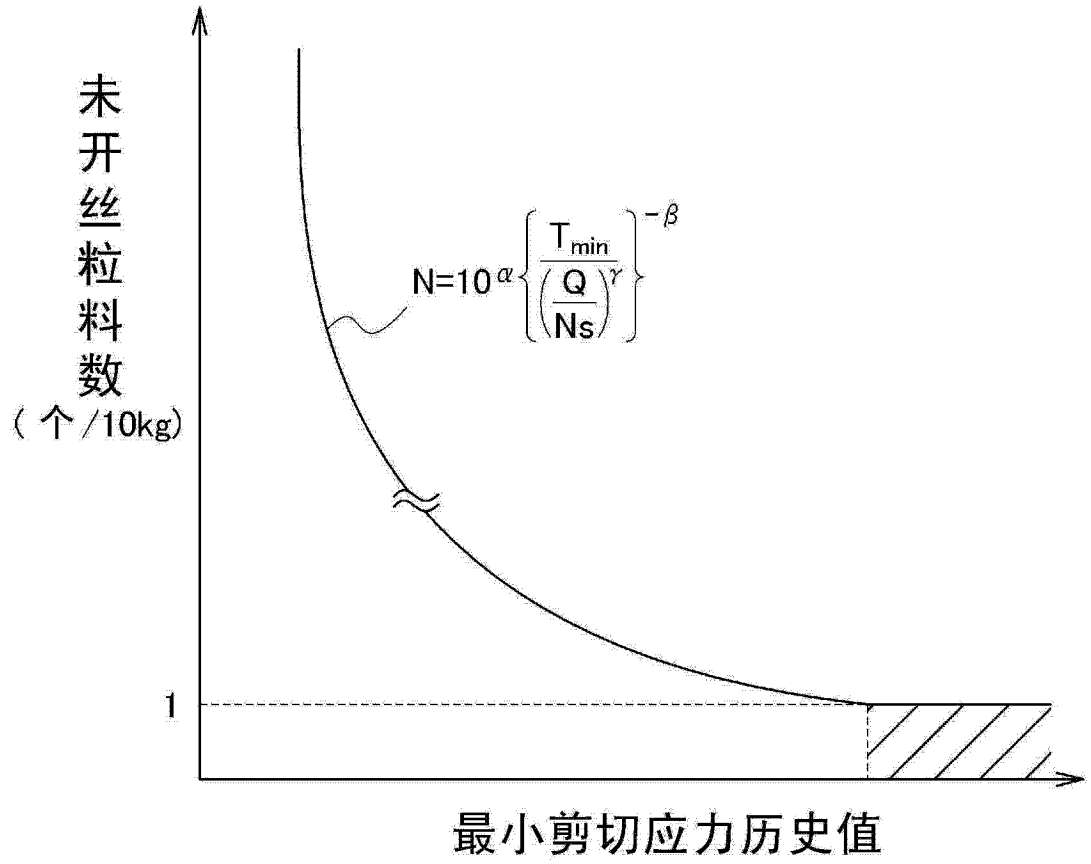

未开丝粒料数（个/10kg）
$N=10^{\alpha}\left\{\frac{T_{min}}{\left(\frac{Q}{Ns}\right)^{\gamma}}\right\}^{-\beta}$
1
最小剪切应力历史值

图 2

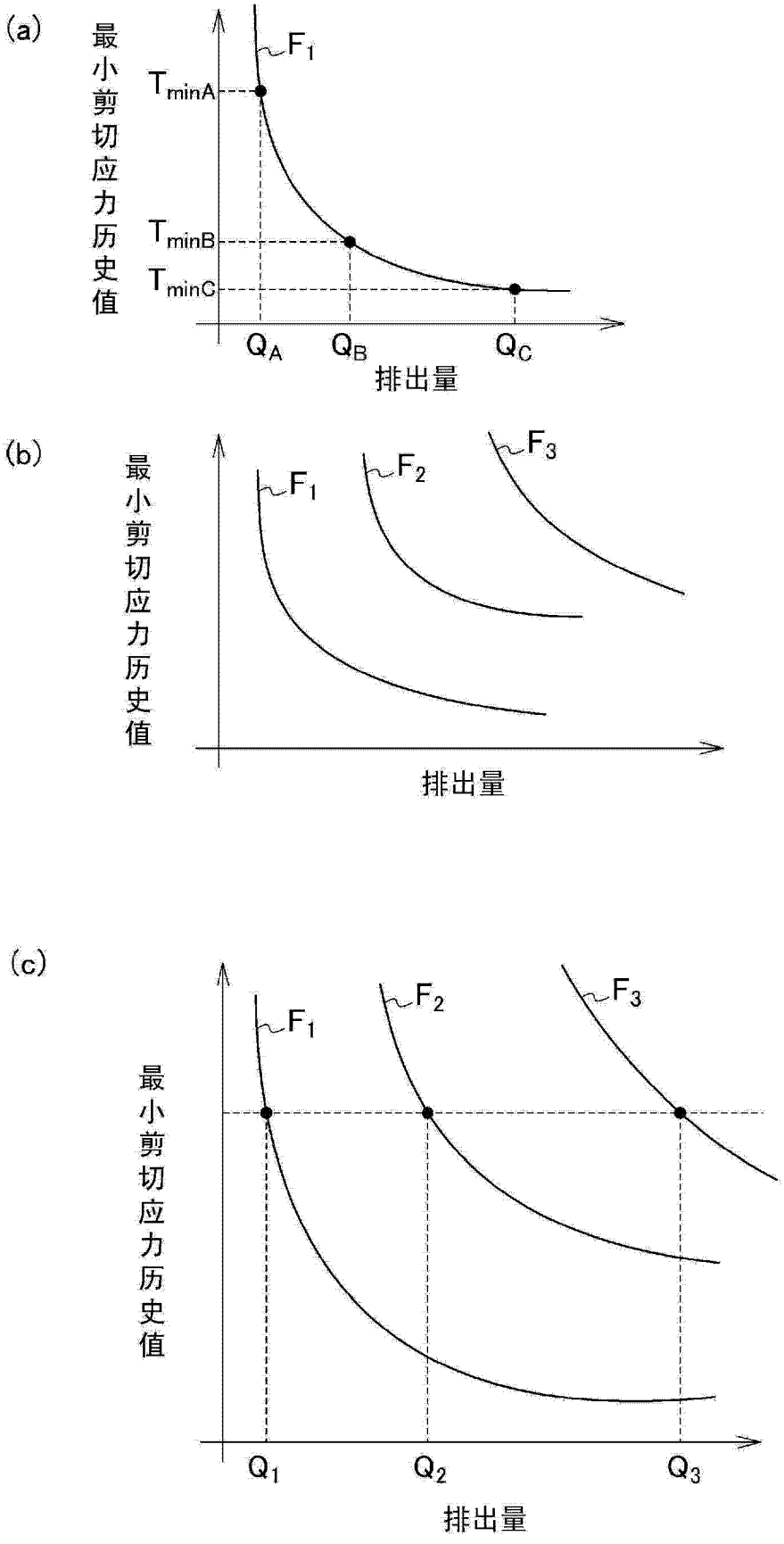

(a)
最小剪切应力历史值
F_1
T_{minA}
T_{minB}
T_{minC}
Q_A
Q_B
Q_C
排出量
(b)
最小剪切应力历史值
F_1
F_2
F_3
排出量
(c)
最小剪切应力历史值
F_1
F_2
F_3
Q_1
Q_2
Q_3
排出量

图 3

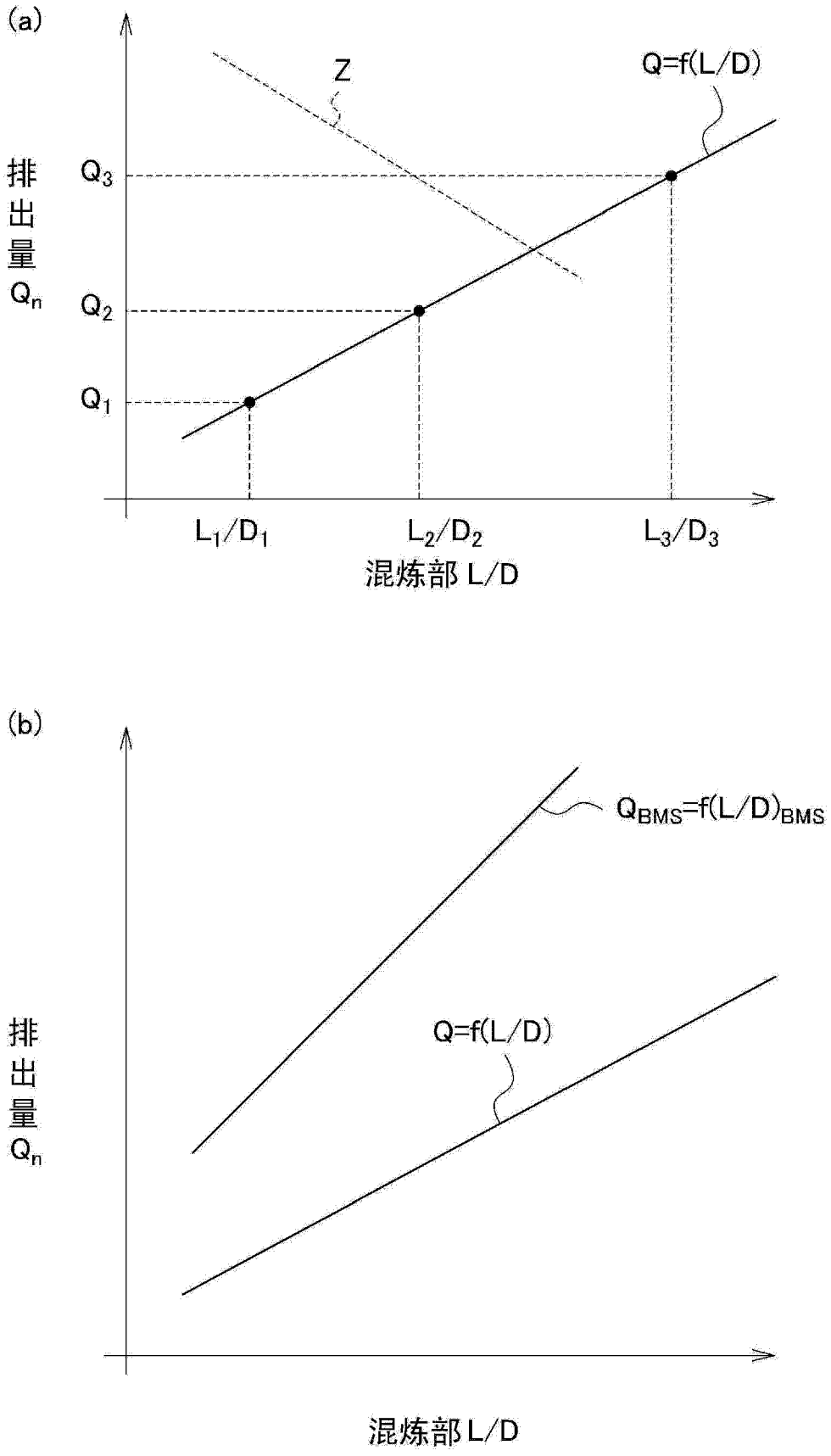

(a)
Z
Q=f(L/D)
排出量 Qn
Q3
Q2
Q1
L1/D1
L2/D2
L3/D3
混炼部 L/D
(b)
QBMS=f(L/D)BMS
Q=f(L/D)
排出量 Qn
混炼部 L/D

图 4

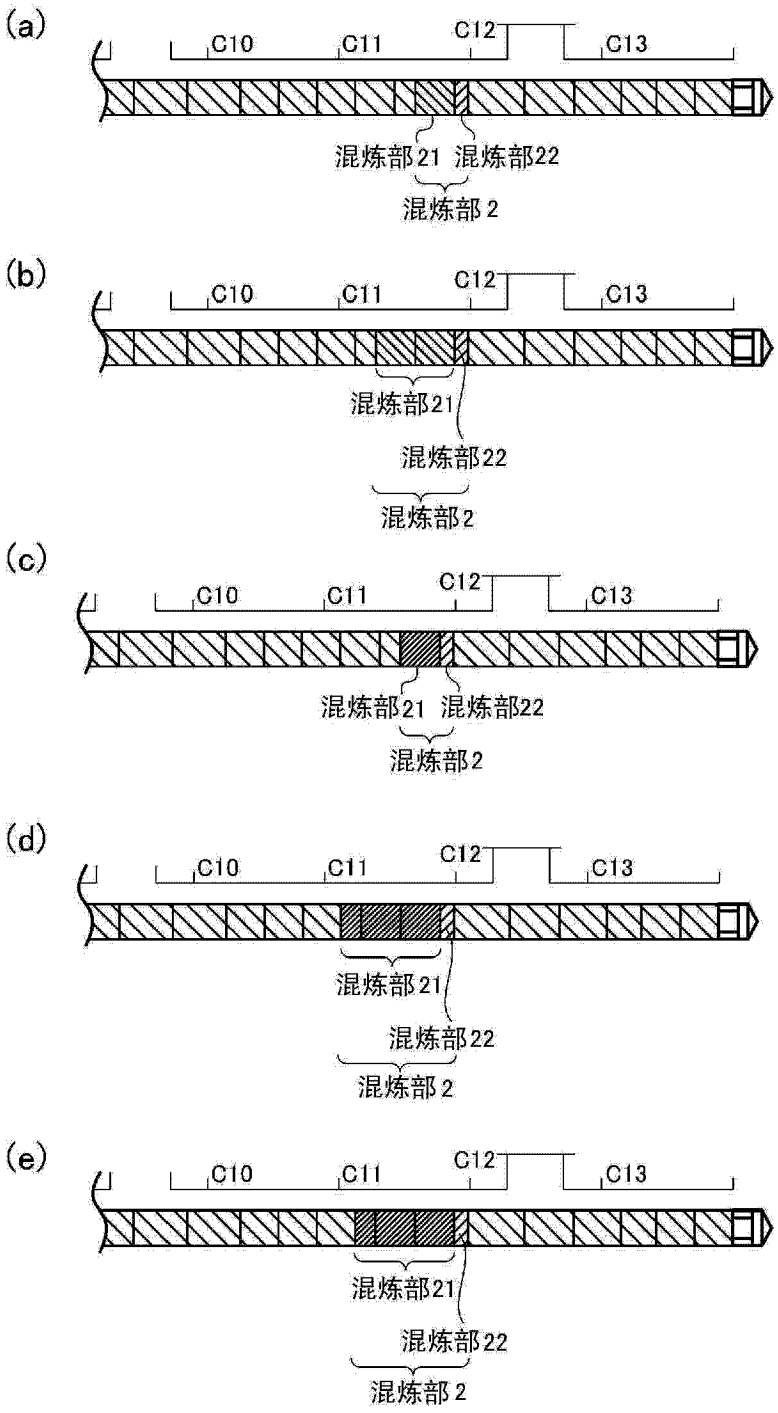

(a)
C10
C11
C12
C13
混炼部21
混炼部22
混炼部2
(b)
C10
C11
C12
C13
混炼部21
混炼部22
混炼部2
(c)
C10
C11
C12
C13
混炼部21
混炼部22
混炼部2
(d)
C10
C11
C12
C13
混炼部21
混炼部22
混炼部2
(e)
C10
C11
C12
C13
混炼部21
混炼部22
混炼部2

图 5

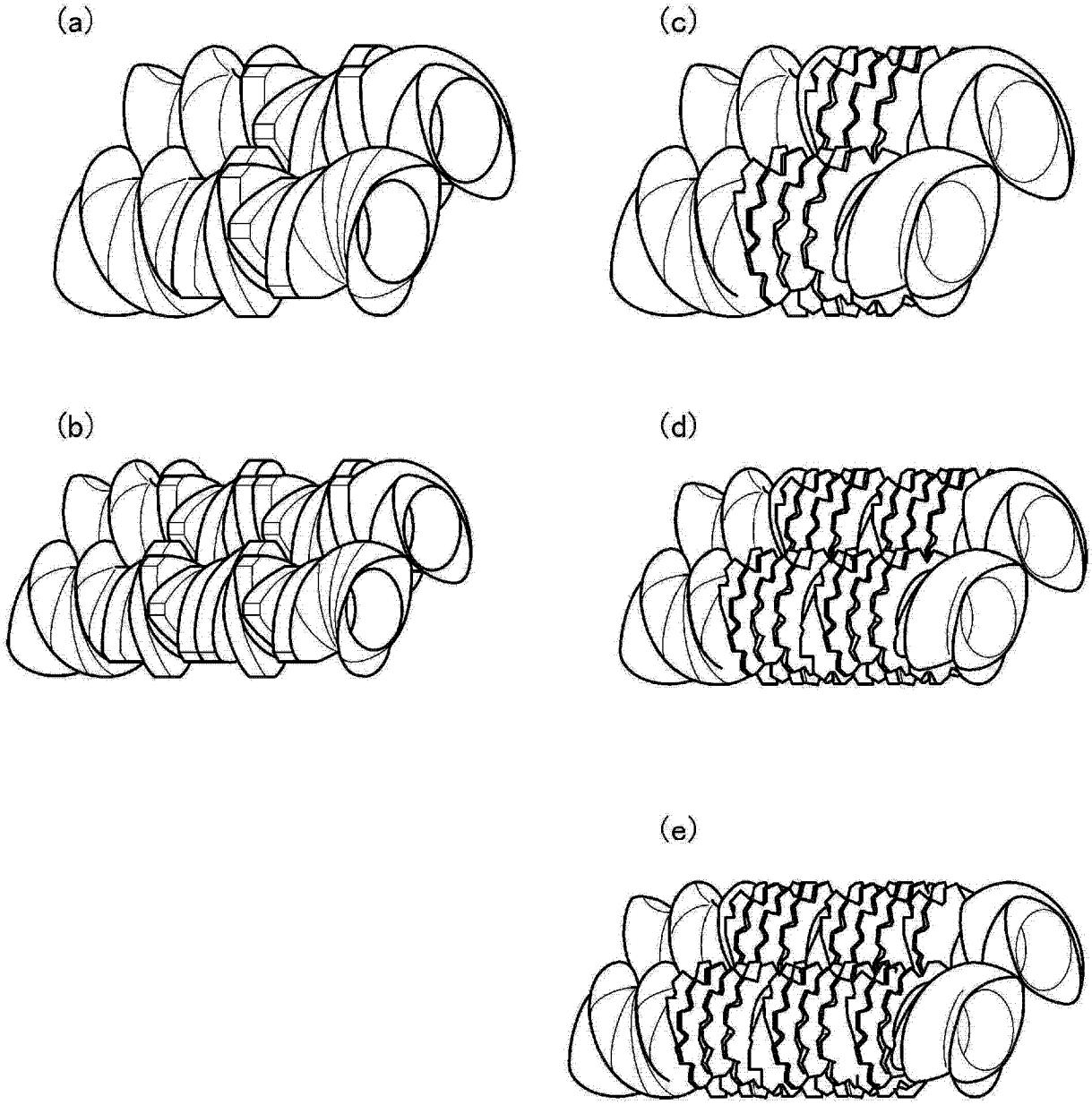


图 6

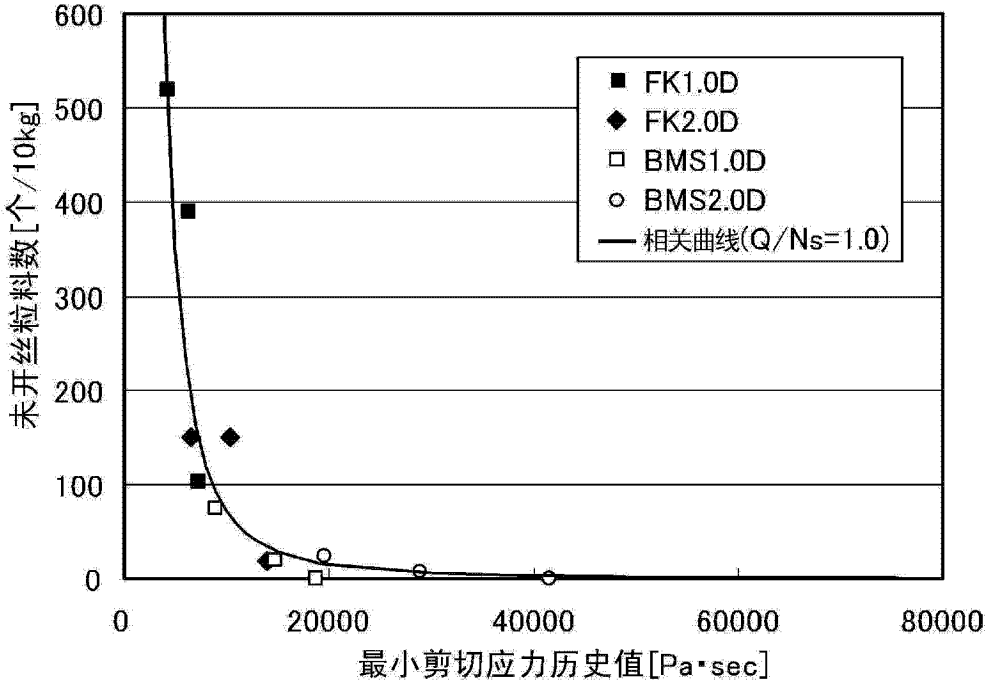

600
500
400
300
200
100
0
未开丝粒料数[个/10kg]
0
20000
40000
60000
80000
最小剪切应力历史值[Pa·sec]
FK1.0D
FK2.0D
BMS1.0D
BMS2.0D
相关曲线(Q/Ns=1.0)

图 7

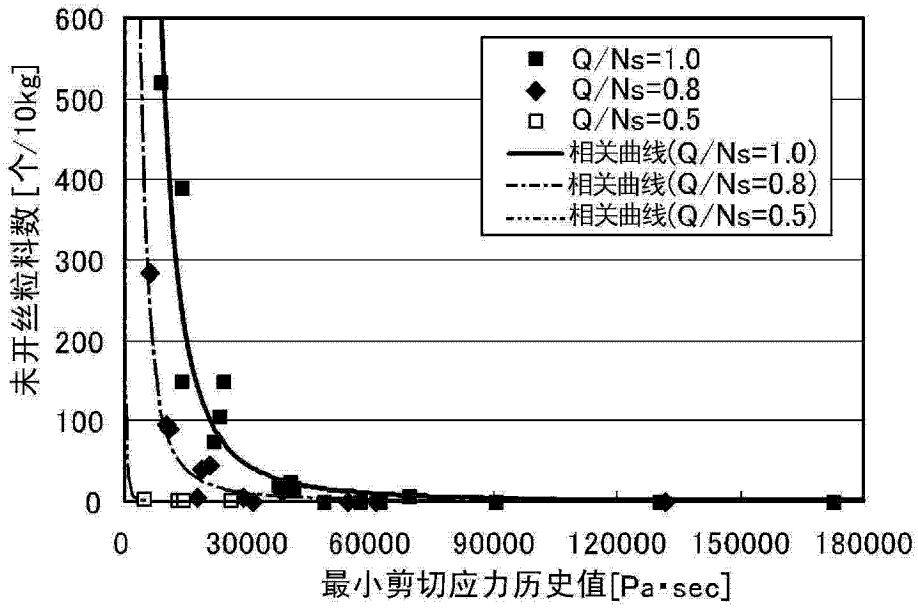

600
500
400
300
200
100
0
未开丝粒料数[个/10kg]
0
30000
60000
90000
120000
150000
180000
最小剪切应力历史值[Pa·sec]
Q/Ns=1.0
Q/Ns=0.8
Q/Ns=0.5
相关曲线(Q/Ns=1.0)
相关曲线(Q/Ns=0.8)
相关曲线(Q/Ns=0.5)

图 8

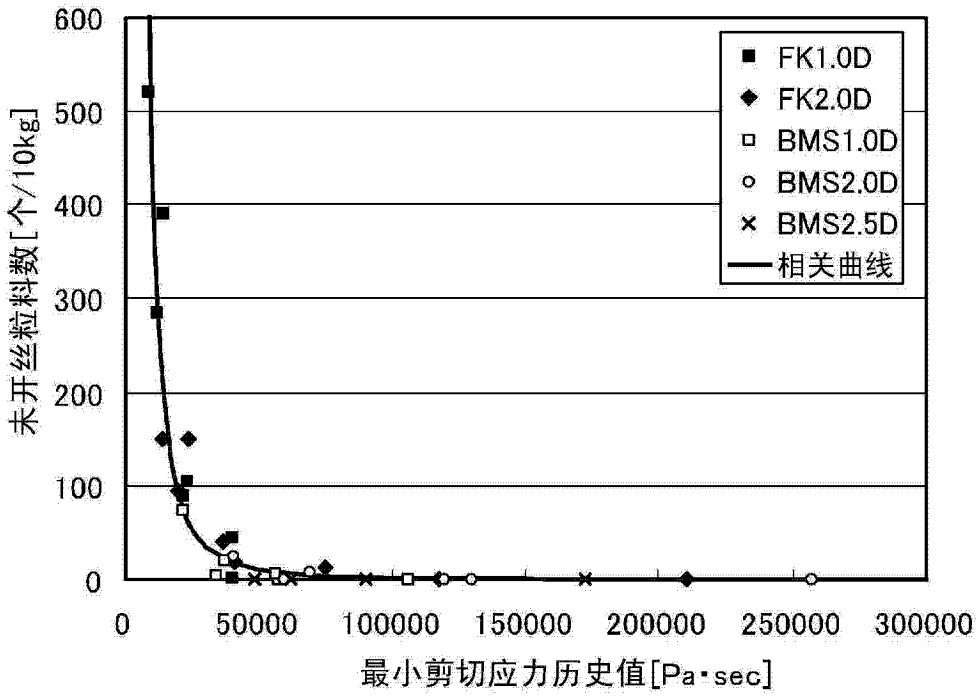
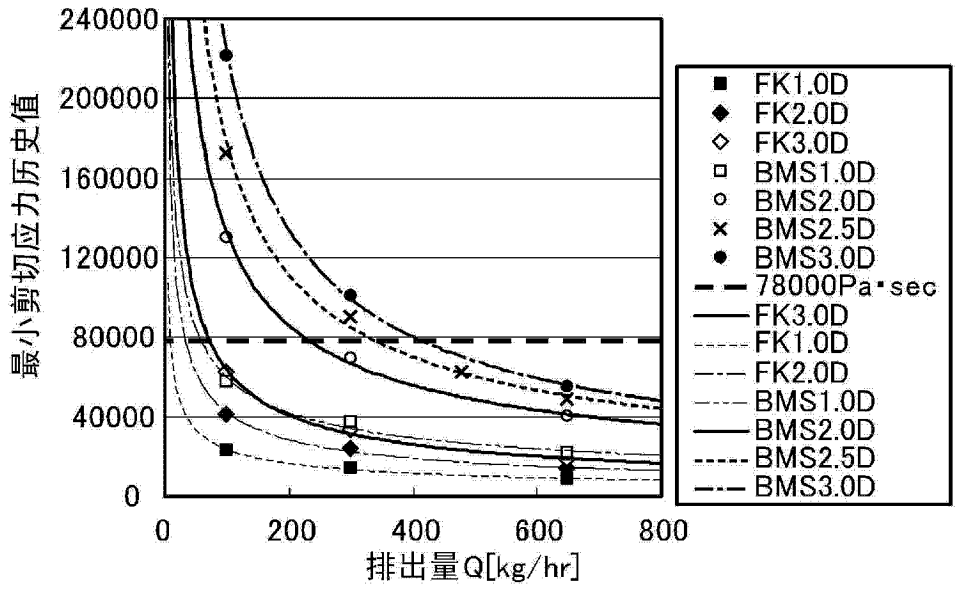

600
500
400
300
200
100
0
未开丝粒料数[个/10kg]
0
50000
100000
150000
200000
250000
300000
最小剪切应力历史值[Pa·sec]
FK1.0D
FK2.0D
BMS1.0D
BMS2.0D
BMS2.5D
相关曲线

图 9

(a)


240000
200000
160000
120000
80000
40000
0
0
200
400
600
800
最小剪切应力历史值
排出量Q[kg/hr]
FK1.0D
FK2.0D
FK3.0D
BMS1.0D
BMS2.0D
BMS2.5D
BMS3.0D
78000Pa·sec
FK3.0D
FK1.0D
FK2.0D
BMS1.0D
BMS2.0D
BMS2.5D
BMS3.0D

(b)

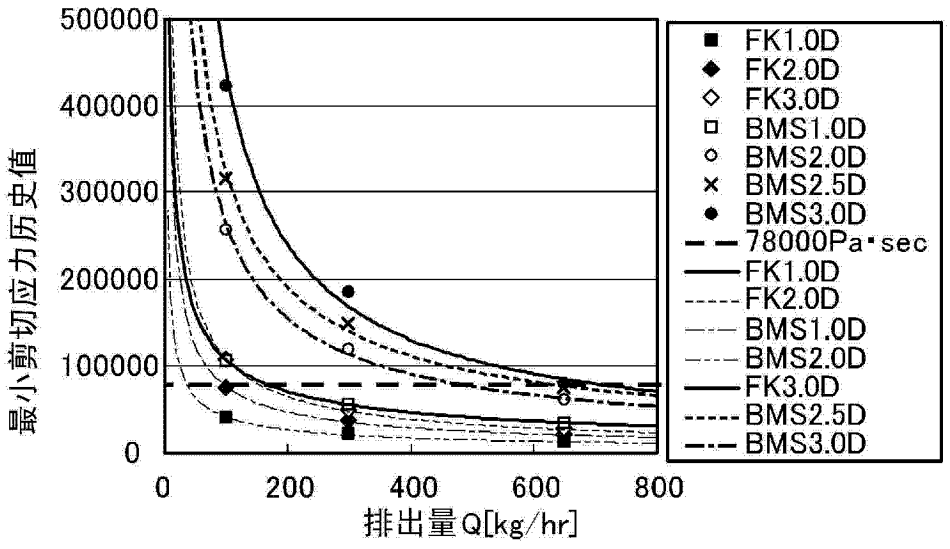
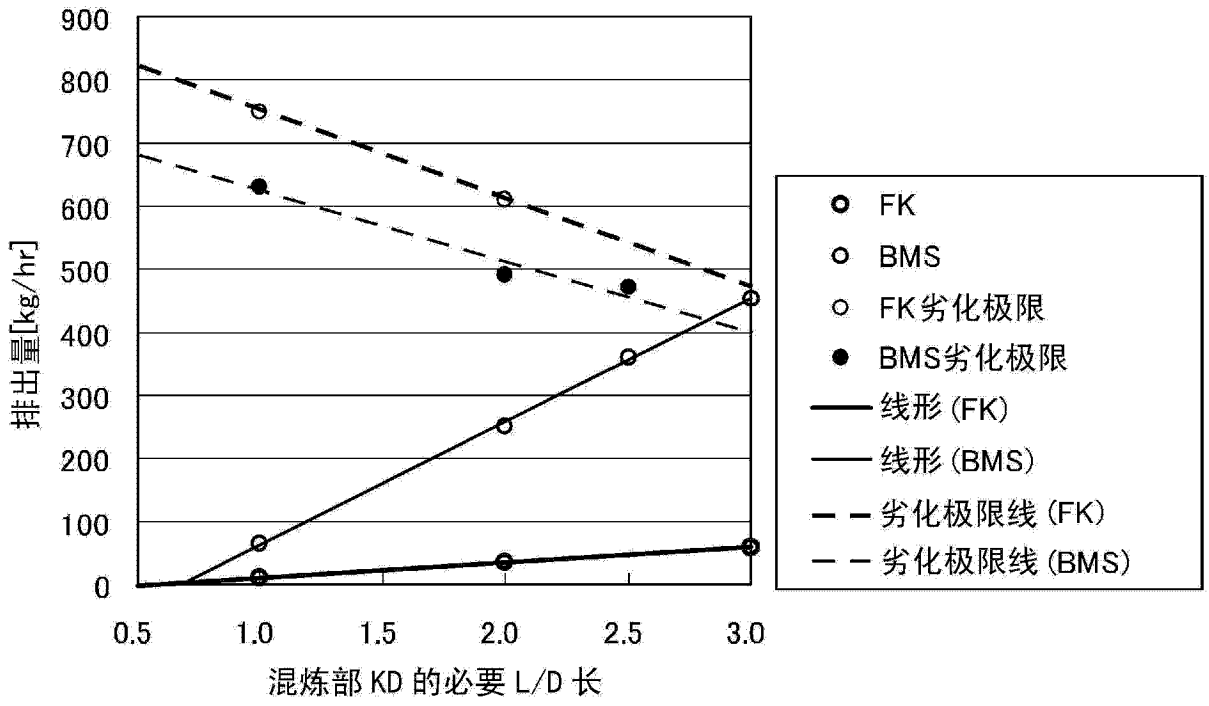

500000
400000
300000
200000
100000
0
0
200
400
600
800
最小剪切应力历史值
排出量Q[kg/hr]
FK1.0D
FK2.0D
FK3.0D
BMS1.0D
BMS2.0D
BMS2.5D
BMS3.0D
78000Pa·sec
FK1.0D
FK2.0D
BMS1.0D
BMS2.0D
FK3.0D
BMS2.5D
BMS3.0D

图 10

(a)


900
800
700
600
500
400
300
200
100
0
排出量[kg/hr]
0.5
1.0
1.5
2.0
2.5
3.0
混炼部 KD 的必要 L/D 长
FK
BMS
FK劣化极限
BMS劣化极限
线形 (FK)
线形 (BMS)
劣化极限线 (FK)
劣化极限线 (BMS)

(b)

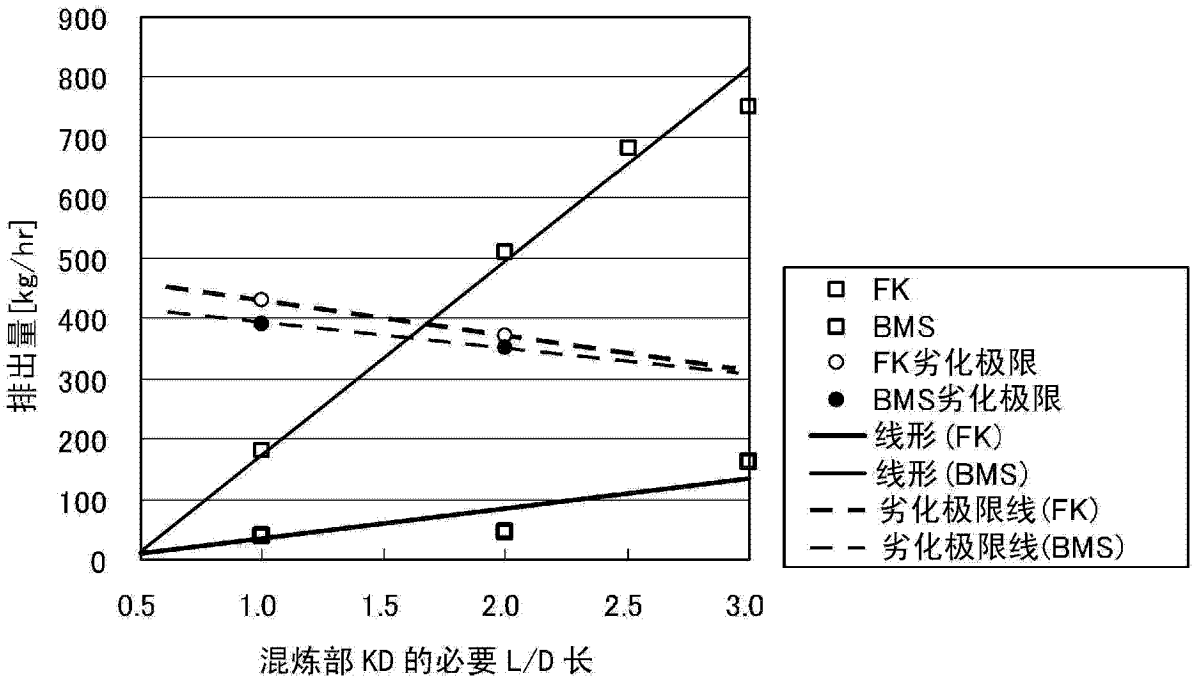

900
800
700
600
500
400
300
200
100
0
排出量[kg/hr]
0.5
1.0
1.5
2.0
2.5
3.0
混炼部 KD 的必要 L/D 长
FK
BMS
FK劣化极限
BMS劣化极限
线形 (FK)
线形 (BMS)
劣化极限线(FK)
劣化极限线(BMS)

图 11