

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

C08L 33/04

C08K 7/02 B29C 70/08



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 03115354.2

[43] 公开日 2004年8月18日

[11] 公开号 CN 1521209A

[22] 申请日 2003.2.12 [21] 申请号 03115354.2

[71] 申请人 上海杰事杰新材料股份有限公司

地址 201109 上海市闵行区北桥镇北松路800号

[72] 发明人 解廷秀 杨桂生

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所

代理人 朱黎明

权利要求书2页 说明书9页 附图1页

[54] 发明名称 连续纤维增强的热塑性复合材料

[57] 摘要

本发明提供一种连续纤维增强的热塑性复合材料，它包括热塑性树脂基材和分布在该基材中的连续纤维。还提供所述复合材料的制备方法，它包括：a) 提供连续的纤维；b) 提供单体，所述单体的粘度为 $0.1 - 3\text{Pa} \cdot \text{s}$ ；c) 用所述单体浸渍所述连续纤维；和 d) 使所述单体聚合，形成所述复合材料。在本发明的一个较好的实例中，先使所述单体聚合成预聚物，随后用预聚物浸渍所述连续纤维，形成复合材料。

I S S N 1 0 0 8 - 4 2 7 4

1. 一种连续纤维增强的热塑性复合材料，它包括热塑性树脂基材和分布在该基材中的连续纤维，每一根所述连续纤维包覆有所述热塑性树脂基材。
2. 如权利要求1所述的热塑性复合材料，其特征在于所述热塑性树脂基材是由热塑性树脂单体聚合而成的，所述单体选自（甲基）丙烯酸 C_{1-12} 烷酯、（甲基）丙烯酸缩水甘油酯，（甲基）丙烯酸二甲胺基乙酯，（甲基）丙烯酸苯甲酯，（甲基）丙烯酸羟乙酯，（甲基）丙烯酸羟丙酯；马来酸酐、衣糠酸、苯乙烯、丙烯晴、醋酸乙烯酯、甲基苯乙烯、对二乙烯苯，乙二醇二丙烯酸酯、丙二醇二丙烯酸酯、对苯二甲酸二丙烯酸酯、甲基酰氧丙基三甲氧基硅烷、乙烯基三甲氧基硅烷及其混合物。
3. 如权利要求1或2所述的热塑性复合材料，其特征在于所述连续纤维选自玻璃纤维、碳纤维、涤纶纤维、尼龙纤维、Kevlar纤维、金属纤维以及金属氧化物纤维。
4. 如权利要求1或2所述的热塑性复合材料，其特征在于所述连续纤维的形状选自相互平行的直的纤维构成的纤维束、纤维编织成的二维纤维布和纤维编织成的三维纤维毡。
5. 如权利要求1所述连续纤维增强的热塑性复合材料的制备方法，它包括：
 - a) 提供连续的纤维；
 - b) 提供单体，所述单体的粘度为 $0.5-3Pa\cdot s$ ；
 - c) 用所述单体浸渍所述连续纤维；和
 - d) 使所述单体聚合，形成所述复合材料。
6. 如权利要求5所述的方法，其特征在于在步骤(b)之后但是步骤(c)之前它还包括预聚所述单体，形成粘度为 $0.5-3Pa\cdot s$ 的预聚物的步骤，随后用该预聚物作为浸渍液浸渍所述连续纤维。
7. 如权利要求5或6所述的方法，其特征在于所述单体的粘度为 $0.5-1Pa\cdot s$ 。
8. 如权利要求5或6所述的方法，其特征在于所述预聚物的粘度为 $1-2Pa\cdot s$ 。
9. 如权利要求5或6所述的方法，其特征在于所述连续纤维经选自 γ -（甲基丙烯酰氧基）丙基三甲氧基硅烷和乙烯基三甲氧基硅烷的化学处理剂表面处理。
10. 如权利要求5或6所述的方法，其特征在于所述聚合是分段进行的，它包括预聚合、热处理、模具定型、冷却步骤；
所述预聚合段的温度为 $60\sim 100^{\circ}C$ ；

所述热处理段的温度为 110~140℃；
所述模具的温度为 160~220℃；
冷却步骤包括水冷却或者空气冷却。

连续纤维增强的热塑性复合材料

发明领域

本发明涉及用连续纤维增强的热塑性复合材料，并涉及这种复合材料的制备方法。

技术背景

现有连续纤维增强的复合材料大都是连续纤维增强的热固型树脂（如不饱和树脂、环氧树脂等）复合材料。这种材料虽然具有良好的强度等性能，但是其最大的缺点是热固性材料的特性决定其难以回收重复利用。从而不利于环境保护。

由于热塑性树脂能够回收加工后重复利用，因此在某些用途需要采用由热塑性树脂制成的复合材料。对于热塑性树脂的复合材料，目前大都通过粉末吸附、熔融浸渍、薄膜包覆及纤维纺丝共混等方法制成（例如，参见美国专利 U.S 4,640,861 和 U.S 4,828,776）。

现有的方法对于制备树脂包覆的纤维复合材料来说是成功的。但其还存在许多缺陷，例如，现有的方法不能使热塑性树脂浸渍到纤维与纤维之间形成的细小空间中，而只能包覆在纤维的外侧，即非与另一纤维对置的一侧，使得纤维易抽丝或起毛而影响材料的使用。以纤维绳为例，纤维绳一般是由多股纤维绞合而成的，由于各股绞合的纤维之间形成的间隙极小，因此现有的方法不能使热塑性树脂填充该细小的空间，而只能包覆在纤维绳的外表面上（即所述非与另一纤维对置的一侧）从而影响最终产品的强度。另一缺陷是不能制备纤维布或纤维毡增强的复合材料，因为树脂很难或者不能浸渍到纤维布、纤维毡的内部，大大限制了这种方法的进一步应用。

Dow Chemical 公司的美国专利 U.S 5,891,560 公开了用可在高温降解而又可在低温聚合的聚氨酯制备连续长纤增强的热塑性复合材料。但这种材料的种类有限，树脂的粘度也不能随意调节，很难得到广泛的应用。

美国专利 5,935,508 和欧洲专利 EP 0,290,849 公开了以紫外光引发的光聚合连续纤维增强热塑性复合材料。但由于光的穿透能力限制，很难制备较厚的制品，且聚合反应也很难进行完全。

美国专利 2,500,728、2,579,138、3,376,371 以及日本专利昭 43-6312、昭 46-41602、昭 50-71787 公开了制备有机玻璃板的环带式连续聚合工艺。其主要是通过甲基丙烯酸甲酯预聚体在低温高效引发剂下，在两个同步运行的环带间隙内，通过不同温度区域完成聚合、热处理、冷却，连续的得到有机玻璃的板材。

发明的概述

本发明的目的是为了解决现有技术的缺陷。

因此，本发明涉及一种连续纤维增强的热塑性复合材料，它包括热塑性树脂基材和分布在该基材中的连续纤维，每一根所述连续纤维包覆有所述热塑性树脂基材。

本发明另一方面涉及一种连续纤维增强的热塑性复合材料的制备方法，它包括：

- a) 提供连续的纤维；
- b) 提供单体，所述单体的粘度为 0.1-3Pa·s；
- c) 用所述单体浸渍所述连续纤维；和
- d) 使所述单体聚合，形成所述复合材料。

在本发明的一个较好的实例中，先使所述单体聚合成预聚物，随后用预聚物浸渍所述连续纤维，形成复合材料。

附图简述

图 1 是本发明一个制造纤维复合材料实例的示意图。

下面将结合实例更详细地描述本发明。

发明的详细描述

本发明涉及一种连续纤维增强的热塑性复合材料，它包括热塑性树脂基材和分布在该基材中的连续纤维。

热塑性树脂基材

用于本发明的热塑性树脂基材是由各种热塑性树脂单体聚合而成的热塑性树脂。适用的单体无特别的限制，可以是各种能形成热塑性材料的单体。在本发明的一个较好实例中，使用的单体是乙烯基单体。所述单体的非限定性例子有（甲基）丙烯酸酯类，例如：（甲基）丙烯酸 C₁₋₁₂ 烷酯，如（甲基）丙烯酸甲

酯、(甲基)丙烯酸乙酯、(甲基)丙烯酸丙酯、(甲基)丙烯酸丁酯、(甲基)丙烯酸己酯、(甲基)丙烯酸辛酯、(甲基)丙烯酸环己酯、(甲基)丙烯酸十二烷酯、(甲基)丙烯酸缩水甘油酯、(甲基)丙烯酸二甲氨基乙酯、(甲基)丙烯酸苯甲酯、(甲基)丙烯酸羟乙酯、(甲基)丙烯酸羟丙酯；马来酸酐、衣糠酸等。也可以是其它 α -烯烃，如：苯乙烯、丙烯腈、醋酸乙烯酯、甲基苯乙烯等单官能度单体或以上单体的卤代物。还可以是含有一定量的多官能团的单体如：对二乙烯苯，乙二醇二丙烯酸酯、丙二醇二丙烯酸酯、对苯二甲酸二丙烯酸酯以及甲基酰氧丙基三甲氧基硅烷、乙烯基三甲氧基硅烷等含有双键的硅烷。上述单体可单独使用或两种或多种组合使用。在本发明的另一个较好的实例中，所述树脂基材具有一定的交联度以提高复合材料的强度等性能。所述树脂基材的交联通常是由多官能单体或者通过添加交联剂形成的。本领域的普通技术人员根据复合材料的用途可容易地确定合适的多官能单体或交联剂的种类和用量。

在本发明中，术语“(甲基)丙烯酸酯”包括丙烯酸酯和甲基丙烯酸酯。

连续纤维

术语“连续纤维”是指长度无限长的纤维；所述长度是指将纤维拉直后测量的长度，与其在复合材料中所处的状态（例如是弯曲的、盘绕的还是直线的）无关。

在本发明复合材料中所述连续纤维对热塑性基材起增强作用。适用于本发明的连续纤维无特别的限制，只要它能对热塑性树脂基材起增强作用即可。适用于本发明的连续纤维的非限定性例子包括：玻璃纤维、碳纤维、高聚物纤维，如：涤纶纤维、尼龙纤维、Kevlar纤维等、金属纤维以及各种金属氧化物（如 Al_2O_3 ）纤维等。

5 根据最终复合材料的用途，本发明使用的连续纤维可构成各种形状。例如，可使用相互平行的直的纤维构成的纤维束制成棒状复合材料；可以用常规的纤维编织技术将纤维编织成二维的纤维布（如玻璃布等），从而制成平面状的复合材料；或者用常规的纤维编织技术将纤维编织成三维的纤维毡等，从而形成具有立体形状的复合材料。

10 本发明使用的连续纤维的直径无特别的限制。但是直径太小必须增加纤维的用量（股数）才能达到预定的增强目的。本领域的普通技术人员根据最终用途可容易地确定合适的纤维直径和纤维的用量。

15 一般来说，本发明连续纤维增强材料的最终形状主要取决于连续纤维构造成的形状。例如，将直的平行放置的多股纤维束浸渍热塑性树脂单体后形成的主要是棒状的

复合材料。但是，本领域的普通技术人员可以理解，本发明复合材料的最终形状并不一定要与连续纤维构造成的形状相一致。

在热塑性树脂基材中，所述连续纤维可以是规则地均匀分布的，也可以是不规则非均匀分布的，取决于最终的用途和复合材料的成本。

- 5 在本发明中，术语“每一根所述连续纤维包覆有所述热塑性树脂基材”是指热塑性树脂进入纤维与纤维之间形成的细小空间，从而将每一根纤维与其它纤维隔开，从而包覆每一根连续的纤维。

复合材料的制造方法

- 10 本发明连续纤维增强的复合材料的制造方法包括如下步骤：

- a) 提供连续的纤维；
- b) 提供单体，所述单体的粘度为 0.5-3Pa·s；和
- c) 用所述单体浸渍所述连续纤维；和
- d) 使所述单体聚合，形成所述复合材料。

本发明方法使用的连续纤维可以是上述各种已知的连续纤维。本领域的普通技术人员根据所需的用途可容易地确定适用的连续纤维。

- 为了提高所述连续纤维与热塑性树脂基材之间的相容性，增加其结合强度，可对所述连续纤维进行表面处理。对连续纤维进行表面处理的方法是本领域众所周知的。在本发明的一个较好实例中，对所述连续纤维进行化学表面处理，使用的化学表面处理剂可以是硅烷偶联剂，如 γ -(甲基丙烯酰氧基)丙基三甲氧基硅烷 (KH-570, 购自南京曙光化工厂)、乙烯基三甲氧基硅烷等。
- 15

本发明方法使用的单体可以是各种热塑性树脂单体，例如上面所述的乙烯基单体。所述单体应具有一定的粘度，如果粘度太低，则单体难以包覆连续纤维，不能形成树脂基材。如果粘度太高，则单体难以浸渍渗入纤维之间的间隙，从而影响最终复合材料的强度。所述单体的粘度一般为 0.1-2.0Pa·s，较好为 0.5-1.0Pa·s。

对连续纤维的浸渍时间无特别的限制，只要所述单体完全渗入纤维间空隙即可。本领域的普通技术人员可以理解，浸渍所需的时间与单体的粘度和连续纤维的排列方式有关。在本发明的一个较好实例中，单体浸渍时间一般为 0.5-5 分钟，较好为 1-2 分钟。

为了在浸渍在纤维上以后使单体聚合，还可在单体中加入聚合引发剂。适用于本发明的引发剂可以是偶氮类自由剂引发基，如偶氮二异丁腈等高温引发剂，或偶氮二

异庚腈等低温高效引发剂。可以是各种过氧化类引发剂，如过氧化二苯甲酰等过氧化二酰类，过氧化二碳酸二异丙酯等过氧化二碳酸酯类，过氧化异辛酸叔丁酯等过氧化酯类，也可以是油溶性氧化还原系统的引发剂如过氧化二苯甲酰与N,N'-二甲基苯胺、过氧化甲乙酮与乙二胺等。

- 5 根据要求（如复合材料的韧性等），本发明的浸渍液可以可以是单一单体，也可以是两种或两种以上的单体的混合物。

为了提高生产率，可对单体进行预聚，然后用得到的预聚物作为浸渍液。使用预聚物作为浸渍液可减少或避免单体浸渍在纤维上以后可能发生的不完全聚合现象。

- 10 作为浸渍液的预聚物应具有合适的粘度，以便提高所述纤维的浸润性，提高纤维与树脂基材之间的相互粘合。本领域的普通技术人员可根据粘度容易地确定合适的预聚合程度。在本发明的一个较好实例中，预聚物的粘度为 0.5-3Pa·s，较好为 1-2Pa·s。

- 15 在由单体形成预聚体时，引发剂用量一般为单体用量的 0.02~0.3 重量%，较好为 0.04~0.1 重量%。当使用的引发剂为高温引发剂（如偶氮二异丁腈、过氧化二苯甲酰等）时，预聚合的温度一般为 60~90℃。

- 20 本发明的浸渍液也可以是聚合物（如有机玻璃，聚苯乙烯等）溶解在聚合单体中配成的粘度适中的液体。这些聚合物一般为聚甲基丙烯酸甲酯及其衍生物的均聚体或共聚体，聚苯乙烯及其衍生物的均聚体或预聚体，或其他可以溶解在烯类聚合单体的聚合物。在本发明的一个较好实例中，使用有机玻璃(聚甲基丙烯酸甲酯)在甲基丙烯酸甲酯单体中粘度为 0.5-3Pa·s，较好为 1-2Pa·s 的溶液作为浸渍液。

- 25 本发明的浸渍液中可以加入抗氧化剂、阻燃剂、光稳定剂、润滑剂、脱模剂等助剂或二氧化硅、碳酸钙、粘土等填料。以满足材料的不同要求，如耐老化性、阻燃性、耐收缩性等。根据最终复合材料的用途，本领域的普通技术人员可容易地选用上述添加剂及其用量。

对连续纤维的浸渍时间无特别的限制，只要所述预聚物完全渗入纤维间空隙即可。本领域的普通技术人员可以理解，浸渍所需的时间与预聚物的粘度和连续纤维的排列方式有关。在本发明的一个较好实例中，预聚物浸渍时间一般为 0.5-5 分钟，较好为 1-2 分钟。

在本发明的一个较好实例中，在预聚体中加入约为单体量的 0.01~3 重量% 的高活性引发剂，如：过氧化二碳酸二异丙酯、过氧化二苯甲酰或 N,N'-二甲基苯胺氧化还原引发剂及其混合物。从而使聚合反应在单体沸点以下即可快速而平稳的进行。另

外，还可以在浸渍液中加入少量（例如占单体量的约 0.01-0.5 重量%）的高温引发剂，如：偶氮二异丁腈等。加入高温引发剂有利于在后处理阶段使单体反应完全。

在本发明方法的拉挤过程中可采用分段的聚合温度。聚合步骤可以分为预聚合、热处理、模具定型、冷却等几个阶段。预聚合段的温度一般为 60~100℃，最佳温度为 70~90℃。热处理段的温度一般为 110~140℃，最佳温度为 120℃左右。模具的温度一般在 160~220℃，最佳温度在 180℃左右。冷却段可以是水冷却，也可以是空气冷却。

可以按所需长度将本发明所得到的复合材料进行切粒，作为挤出中间物，同其他聚合物进行共混挤出成型。这样经树脂包覆的纤维，可以维持原长而不被进一步切断获得长纤维增强的复合材料。也可以设计不同形状的模具，拉挤出棒状、板材、异型材或其他形状的复合材料。

为了进一步提高最终复合材料的强度，可向浸渍液中加入交联剂以形成交联的树脂基材。当浸渍液含有交联剂（如二乙烯基苯类交联剂）时，较好使用热空气或水蒸汽处理经过定型模具定型的纤维复合材料，以便很好地发挥交联效果。在一个制造纤维增强的热塑性树脂绳索的实例中，所述定型模具通常带有一个圆柱形空腔。该空腔具有预定的直径。要定型的绳索经该定型模具定型后具有与该空腔相同的直径，并具有光滑的表面。

图 1 所示是本发明一个较好实例的制备连续纤维增强热塑性树脂复合材料方法的示意图。如图 1 所示，在牵引机（图中未显示）的牵引下用纱架 1 上引出纤维束；经烘干室（图中未显示）烘干后到达浸渍室(2)浸渍单体或预聚物；浸渍后的连续纤维进入聚合固化的第一聚合段 3(预聚合段)，所述第一预聚段的温度控制在 60~100℃，在聚合段 3 中纤维经过几段长 0.8-1 米、内径 2-4 厘米两端密封的不锈钢钢管进行聚合；聚合后的绳索进入第二聚合段 4 进一步进行聚合，此聚合段的温度控制在 110~140℃，以便使未聚合单体聚合完全；随后经过定型模具 5 定型，所述模具的温度控制在 160~220℃。加有交联剂的情况下，在定型模具 5 后还可任选地包括一个热空气或水蒸汽处理段，以便使树脂基材更好地交联。然后由冷却段(6)冷却。根据要求制得的复合材料可由切粒机(7)切粒。

下面通过实施例进一步说明本发明。

10 实施例 1

向 100 重量份甲基丙烯酸甲酯中加入 0.06 重量份偶氮二异丁腈(AIBN)，在

80~90℃下聚合到粘度约 1Pa·s，形成甲基丙烯酸甲酯预聚物。以预聚体作为浸渍液，在预聚体中加入 0.2 重量份二异丙基过氧二碳酸酯（IPP）并补加 0.01 重量份偶氮二异丁腈。用预聚体浸渍连续玻璃纤维，浸渍时间为 1 分钟。使用如图 1 所示的分段聚合方法，第一预聚合段的温度控制在 90℃，后处理段的温度控制在 130℃，模具的温度控制在 200℃，牵引速度为 0.6m/min。得到连续玻璃纤维增强的聚甲基丙烯酸甲酯复合材料。

用 Instron 试验机测定该材料断裂所需的最小破坏力，结果列于表 1。

实施例 2

向 100 重量份苯乙烯中加入 0.05 重量份偶氮二异丁腈，在 60~70℃下聚合到粘度达 2Pa·s。以预聚体作为浸渍液，在预聚体中加入 0.5 重量份 1:1 的过氧化二苯甲酰/N,N'-二甲基苯胺混合物，并补加 0.01 重量份的偶氮二异丁腈(AIBN)。用预聚体浸渍连续的玻璃纤维，浸渍时间为 2 分钟。使用图 1 所示的分段聚合物方法，第一预聚合段的温度控制在 90℃，后处理段的温度控制在 130℃，模具的温度控制在 160℃，牵引速度为 0.5m/min。得到连续玻璃纤维增强的聚苯乙烯复合材料。

用 Instron 试验机测定该材料断裂所需的最小破坏力，结果列于表 1。

实施例 3

向 100 重量份的丙烯酸十二烷酯中加入 0.05 份重的偶氮二异丁腈，在 60~70℃下聚合到粘度为 0.5Pa·s，得到丙烯酸十二烷酯预聚物。以该预聚体作为浸渍液，在预聚体中加入 0.5 重量份 1:1 的过氧化二苯甲酰/N,N'-二甲基苯胺，并补加 0.01 重量份的偶氮二异丁腈。用预聚体浸渍连续碳纤维，浸渍时间为 1.5 分钟。使用如图 1 所示的分段聚合方法，第一预聚合段的温度控制在 90℃，后处理段的温度控制在 130℃，模具的温度控制在 200℃，牵引速度为 0.5m/min。得到连续涤纶纤维增强的聚丙烯酸十二烷酯复合材料。

用 Instron 试验机测定该材料断裂所需的最小破坏力，结果列于表 1。

实施例 4

将 100 重量份乙二醇二丙烯酸酯和 0.05 重量份过氧化苯甲酰(BPO)相混合，在约 98℃的温度下使混合物聚合至粘度达到 3Pa·s。随后在预聚物中加入 0.4 重量份二异丙基过氧二碳酸酯(IPP)、3 重量份二乙烯基苯和 0.02 重量份 BPO，均

匀混合后作为浸渍液。用预聚体浸渍连续涤纶纤维，浸渍时间为 2 分钟。使用图 1 所示的分段聚合方法，第一预聚合段的温度控制在 90℃，后处理段的温度控制在 130-140℃，模具的温度控制在 160-170℃，牵引速度为 0.5m/min，并且使通过模具出料的绳索经过一段长 0.8m、温度为 102℃的蒸汽管道，得到连续涤纶纤维增强的 PET 复合材料。

用 Instron 试验机测定该材料断裂所需的最小破坏力，结果列于表 1。

5 实施例 5

将 100 重量份甲基酰氧丙基三甲基硅烷和 0.08 重量份 BPO 相混合，在约 98
10 ℃的温度下使混合物聚合至粘度达到 0.5Pa·s。随后在预聚物中加入 0.5 重量份 BPO、0.4 重量份 N,N-二甲基苯胺，用预聚体浸渍 Kevlar 纤维(购自杜邦公司的尼龙纤维)。浸渍时间为 1 分钟。使用图 1 所示的分段聚合方法，第一预聚合段的温度控制在 90℃，后处理段的温度控制在 130℃，模具的温度控制在 200℃，牵引速度为 0.6m/min，得到连续 Kevlar 纤维增强的甲基酰氧丙基三甲基硅烷复
15 合材料。

用 Instron 试验机测定该材料断裂所需的最小破坏力，结果列于表 1。

实施例 6

将 100 重量份甲基丙烯酸正丁酯(PBMA)、0.08 重量份偶氮二异丁腈(AIBN)
20 和 20 重量份粘土，在 80-90℃聚合至粘度约 1.5Pa·s，形成甲基丙烯酸正丁酯预聚体。然后加入 0.3 重量份二丙基过氧二碳酸酯(IPP)，以浸渍体作为浸渍液，以 0.4m/min 的牵引速度使 30 根直径为 0.5mm 的平行玻璃纤维依次通过浸渍槽、预聚段、加热处理段和模具。形成玻璃纤维增强的粘土填充的聚甲基丙烯酸丁酯复合材料。

25 所述浸渍槽长 0.5 米，装有上述浸渍液；所述预聚段长 2.5 米，温度控制在 95℃；所述加热处理段长 0.5 米，温度控制在 110℃；所述模具长 0.2 米，温度控制在 160℃。

用 Instron 试验机测定该材料断裂所需的最小破坏力，结果列于表 1。

30 比较例 1

按美国专利 5,935,508 所述方法制得聚丙烯酸辛酯复合材料，其中使用的连续纤维是实施例 6 使用的玻璃纤维(购自中国桐乡巨石集团)。用 Instron 试验机

测定该材料断裂所需的最小破坏力，结果列于表 1。

表 1

材料	最小破坏力(MPa)
实施例 1	827
实施例 2	671
实施例 3	1270
实施例 4	472
实施例 5	872
实施例 6	934
比较例 1	621

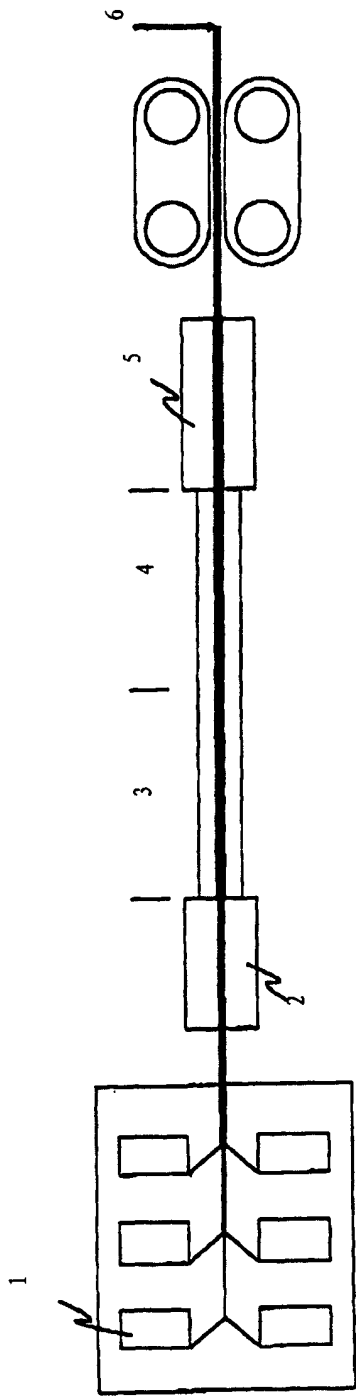


图 1