

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2020 年 11 月 5 日 (05.11.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/220495 A1

(51) 国际专利分类号:
B29C 48/405 (2019.01) **B29C 48/27** (2019.01)
B29C 48/59 (2019.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2019/098961

(22) 国际申请日: 2019 年 8 月 2 日 (02.08.2019)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201910349687.2 2019 年 4 月 28 日 (28.04.2019) CN

(71) 申请人: 五邑大学(WUYI UNIVERSITY) [CN/CN];
中国广东省江门市蓬江区东成村 22 号,
Guangdong 529000 (CN)。

(72) 发明人: 徐百平(XU, Baiping); 中国广东省江门市蓬江区东成村 22 号, Guangdong 529000 (CN)。
喻慧文(YU, Huiwen); 中国广东省江门市蓬江区东成村 22 号, Guangdong 529000 (CN)。
杜遥雪(DU, Yaoyue); 中国广东省江门市蓬江区东成村 22 号, Guangdong 529000 (CN)。

(74) 代理人: 广州嘉权专利商标事务所有限公司(JIAQUAN IP LAW FIRM); 中国广东省广州市天河区黄埔大道西 100 号富力盈泰广场 A 栋 910 郑勇, Guangdong 510627 (CN)。

(81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT,

(54) **Title:** EXTRUDER EMPLOYING MULTIPLE SCREWS ROTATING IN SAME DIRECTION AT DIFFERENT ROTATION SPEEDS, AND PROCESSING METHOD

(54) 发明名称: 一种同向差速多螺杆挤出机以及加工方法

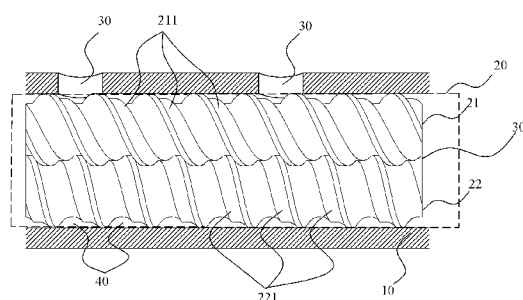


图1

(57) **Abstract:** An extruder employing multiple screws rotating in same direction at different rotation speeds, and a processing method. In the extruder employing multiple screws rotating in same direction at different rotation speeds, a first screw (21) and a second screw (22) having equal outer diameters rotate in the same direction at different rotation speeds in a barrel (10), such that the two screws mesh with and separate from each other periodically, and thereby achieve self-cleaning during the processing. Screw threads having arc portions capable of meshing with one another are respectively arranged at sections between the root diameters and top diameters of the two screws to form a first step structure (211) and a second step structure (221), thereby creating a break in axial symmetry of cross section profiles of the screws. In a meshing region, the first step structure (211) and the second step structure (221) periodically mesh with each other in an alternating manner, such that a topology structure of a flow channel in the meshing region changes, thereby effectively introducing strong stretching and turbulence effects to the meshing region, and comprehensively enhancing the effects when melting, plasticizing and mixing materials.

RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

根据细则4.17的声明:

— 发明人资格(细则4.17(iv))

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

(57) 摘要: 一种同向差速多螺杆挤出机以及加工方法, 该同向差速多螺杆挤出机通过在机筒(10)内使两根外径相等第一螺杆(21)与第二螺杆(22)之间进行同向差速旋转, 两根螺杆之间相互擦拭, 实现了加工过程的自洁; 并且分别在两根螺杆的根径与顶径之间设置相互啮合的圆弧, 形成第一台阶结构(211)和第二台阶结构(221), 打破螺杆横截面轮廓的轴对称性, 而且第一台阶结构(211)和第二台阶结构(221)在啮合区发生周期性交错啮合, 使啮合区的流道发生拓扑结构的变化, 有效的在啮合区引入了强拉伸作用和强扰动作用, 全面提升了对物料的熔融和塑化混合效果。

一种同向差速多螺杆挤出机以及加工方法

技术领域

本发明涉及多螺杆挤出机领域，特别涉及一种同向差速多螺杆挤出机以及加工方法。

背景技术

同向多螺杆挤出机主要包括机筒和安装于机筒内腔的多根螺杆，其中，同向双螺杆挤出机是同向多螺杆挤出机中应用最广泛的。传统的同向双螺杆挤出机采用两根螺杆等速旋转的工作模式，但是由于左右两根螺杆存在左右对称性，导致啮合区扰动较弱，甚至存在松弛效应，限制了同向双螺杆挤出机的熔融和塑化混合效果。现有的同向多螺杆挤出机的工作模式将等速改为了差速。虽然在双螺杆之间加入了速度差，引入了部分拉伸力场的作用，但是仍然无法在啮合区产生强扰动作用以及强拉伸作用，因此目前的同向多螺杆挤出机对物料的熔融和塑化混合效果的提升仍然有限。

发明内容

本发明的目的在于至少解决现有技术中存在的技术问题之一，提供一种同向差速多螺杆挤出机以及加工方法，能够在多个螺杆之间的啮合区产生强扰动作用和强拉伸作用，提升同向差速多螺杆挤出机对物料的熔融和塑化混合效果。

本发明的第一方面，提供一种同向差速多螺杆挤出机，包括：

机筒，所述机筒具有内腔，所述机筒还具有开口；

螺杆结构，所述螺杆结构安装在所述机筒内腔；所述螺杆结构包括同向差速旋转的第一螺杆以及第二螺杆，所述第一螺杆与所述第二螺杆相互啮合产生啮合区；

所述第一螺杆的根径与顶径之间设置有第一台阶结构；所述第二螺杆的根径与顶径之间设置有第二台阶结构，所述第一台阶结构与所述第二台阶结构在所述啮合区发生交错啮合。

上述同向差速多螺杆挤出机至少具有以下有益效果：在两根外径相等第一螺杆与第二螺杆之间进行同向差速旋转，实现两根螺杆之间相互擦拭，实现了加工过程的自洁；通过在两根螺杆的根径与顶径之间设置第一台阶结构和第二台阶结构，且第一台阶结构和第二台阶结构在啮合区发生交错啮合，使啮合区的流道发生拓扑结构的变化，有效的引入了强拉伸作用和啮合区强扰动作用，提升了熔融和塑化混合效果；同时，在两根螺杆之间减少捏合块的使用，大幅度提升了自洁效果，使加工过程中物料的分布更窄，提升了效率。

根据本发明第一方面所述的一种同向差速多螺杆挤出机，所述第一螺杆与所述第二螺杆在所述机筒内呈竖直方向排列或呈水平方向排列，所述第一螺杆以及所述第二螺杆的外侧边沿均与所述机筒内壁相切。两根螺杆可在机筒内呈竖直方向排列或呈水平方向排列，能够根据机筒的型号进行自动匹配，且两根螺杆始终保持彼此啮合接触能够实现自洁功能，两根螺杆的外侧边沿均与机筒内壁相切，有着促进啮合区产生更强拉伸的作用。

根据本发明第一方面所述的一种同向差速多螺杆挤出机，所述第一螺杆为单头螺纹结构，所述第二螺杆为双头螺纹结构。

根据本发明第一方面所述的一种同向差速多螺杆挤出机，所述第一螺杆以及所述第二螺杆的外径相等。

根据本发明第一方面所述的一种同向差速多螺杆挤出机，所述第一螺杆的横截面轮廓包括多段曲线弧，所述第一螺杆的横截面轮廓上的多段曲线弧包括多段圆弧以及多段非圆曲线弧；所述第二螺杆的横截面轮廓也包括多段曲线弧，所述第二螺杆的横截面轮廓上的多段曲线弧也包括多段圆弧以及多段非圆曲线弧；所述第二螺杆的横截面轮廓上的多段曲线弧是所述第一螺杆的横截面轮廓上的多段曲线弧数量的 2 倍；所述第一螺杆的横截面轮廓上的多段曲线弧为非对称，所述第二螺杆的横截面轮廓上的多段曲线弧为中心对称。

两根螺杆均采用横截面结构不变的形式，使螺杆的制造过程相对简单，同时避免两根螺杆之间的对称性，也避免单个螺杆的轴对称性，而且，第一螺杆的横截面轮廓完全非对称，利用螺杆的非对称效应，能够提升同向差速多螺杆挤出

机的熔融和塑化混合效果。

根据本发明第一方面所述的一种同向差速多螺杆挤出机，所述第一螺杆与所述第二螺杆的转速比为 2。实现了两根螺杆的差速旋转，起到对物料强拉伸的效果。

根据本发明第一方面所述的一种同向差速多螺杆挤出机，所述第一螺杆以及所述第二螺杆的边沿均为光滑的螺棱结构。能够使同向差速多螺杆挤出机在加工过程中实现完全自洁。

根据本发明第一方面所述的一种同向差速多螺杆挤出机，所述啮合区包括上啮合区以及下啮合区，所述第一台阶结构与所述第二台阶结构在所述上啮合区为错列啮合；所述第一台阶结构与所述第二台阶结构在所述下啮合区为并列啮合。两根螺杆在上下啮合区实现了台阶结构的错列、并列的啮合关系，有效的引入了强拉伸作用和啮合区强扰动作用。而且，两根螺杆高速旋转，产生高热，加速了固体物料的熔融进程。同时，也能提升了正位移输送效率和固体输送效率，能够有效解决因原料成分波动所带来的产品质量不稳定问题，可以更大程度的增加挤出的产量。

根据本发明第一方面所述的一种同向差速多螺杆挤出机，所述螺杆结构还包括第三螺杆；所述第三螺杆可与所述第一螺杆的结构相同或者与所述第二螺杆的结构相同，所述第一螺杆、所述第二螺杆以及所述第三螺杆成一字型啮合。

若第三螺杆的结构与第一螺杆的结构相同时，则第一螺杆、第二螺杆和第三螺杆依次连接；若第三螺杆的结构与第二螺杆的结构相同时，则第二螺杆、第一螺杆和第三螺杆依次连接。

根据本发明第一方面所述的一种同向差速多螺杆挤出机，所述开口包括进料口、排气口以及出料口。物料从进料口进入，排气口用于排除废气，物料经过熔融和塑化混合之后从出料口挤出。

本发明的第二方面，提供一种同向差速多螺杆挤出机的加工方法，包括以下步骤：

第一螺杆和第二螺杆进行同向差速旋转，推动物料在机筒的内腔中前进；

所述第一螺杆和所述第二螺杆旋转产生热量，对物料进行熔融，同时所述第一螺杆上设置的第一台阶结构以及所述第二螺杆上设置的第二台阶结构在啮合区进行交错啮合，对物料进行翻动和强制剥离，物料成为熔体；

所述第一台阶结构以及所述第二台阶结构在啮合区进行的周期性交错啮合产生的强拉伸作用和强扰动作用，对成为熔体的物料进行塑化混合，并使成为熔体的物料稳定从出口挤出；

所述第一螺杆和所述第二螺杆之间进行相互擦拭，实现了自洁。

上述同向差速多螺杆挤出机的加工方法至少具有以下有益效果：该方法利用第一螺杆和第二螺杆进行同向差速旋转产生作用力推动原料向前进，而且第一螺杆和第二螺杆高速旋转产生的热量能够对原料进行熔融，第一台阶结构以及第二台阶结构在啮合区进行交错啮合，加强对原料的翻动和强制剥离效果，同时，第一台阶结构以及第二台阶结构在啮合区进行周期性的交错啮合，也产生了强拉伸作用和强扰动作用，加强了对成为溶体的原料的塑化混合效果，最后，第一螺杆和第二螺杆之间也实现了完全自洁。

附图说明

下面结合附图和实施例对本发明进一步地说明；

图 1 为本发明实施例一所提供的同向差速双螺杆挤出机的结构示意图；

图 2 为本发明实施例一所提供的同向差速双螺杆挤出机区分工作段的结构示意图；

图 3 为本发明实施例一所提供的同向差速双螺杆挤出机的上啮合区发生错列啮合的示意图；

图 4 为本发明实施例一所提供的同向差速双螺杆挤出机的下啮合区发生并列啮合的示意图；

图 5 为本发明实施例一所提供的同向差速双螺杆挤出机的螺杆横截面轮廓示意图；

图 6 为本发明实施例二所提供的同向差速三螺杆挤出机的结构示意图；

图 7 为本发明实施例三所提供的同向差速三螺杆挤出机的结构示意图。

具体实施方式

同向多螺杆挤出机主要包括机筒和安装于机筒内腔的多根螺杆，其中，同向双螺杆挤出机是同向多螺杆挤出机中应用最广泛的。传统的同向双螺杆挤出机采用两根螺杆等速旋转的工作模式，但是由于左右两根螺杆存在左右对称性，导致啮合区扰动较弱，甚至存在松弛效应，限制了同向双螺杆挤出机的熔融和塑化混合效果。现有的同向多螺杆挤出机的工作模式将等速改为了差速。虽然在双螺杆之间加入了速度差，引入了部分拉伸力场的作用，但是仍然无法在啮合区产生更强的扰动以及无法提供更强的拉伸作用，因此目前的同向多螺杆挤出机的熔融和塑化混合效果的提升仍然有限。

本发明公开了一种同向差速多螺杆挤出机以及加工方法，该同向差速多螺杆挤出机通过在机筒内使两根外径相等第一螺杆与第二螺杆之间进行同向差速旋转，两根螺杆之间相互擦拭，实现了加工过程的自洁；并且分别在两根螺杆的根径与顶径之间引入一段或者多段相互啮合的圆弧，形成第一台阶结构和第二台阶结构，打破螺杆横截面轮廓的轴对称性，而且第一台阶结构和第二台阶结构在啮合区发生周期性交错啮合，使啮合区的流道发生拓扑结构的变化，有效的在啮合区引入了强拉伸作用和强扰动作用，全面提升了对物料的熔融和塑化混合效果。

本部分将详细描述本发明的具体实施例，本发明之较佳实施例在附图中示出，附图的作用在于用图形补充说明书文字部分的描述，使人能够直观地、形象地理解本发明的每个技术特征和整体技术方案，但其不能理解为对本发明保护范围的限制。

在本发明的描述中，需要理解的是，涉及到方位描述，例如上、下、前、后、左、右等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系，仅是为了便于描述本发明和简化描述，而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作，因此不能理解为对本发明的限制。

在本发明的描述中，若干的含义是一个或者多个，多个的含义是两个以上，

大于、小于、超过等理解为不包括本数，以上、以下、以内等理解为包括本数。如果有描述到第一、第二只是用于区分技术特征为目的，而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量或者隐含指明所指示的技术特征的先后关系。

本发明的描述中，除非另有明确的限定，设置、安装、连接等词语应做广义理解，所属技术领域技术人员可以结合技术方案的具体内容合理确定上述词语在本发明中的具体含义。

参照图 1 至图 5，本发明的第一实施例，提供了一种同向差速双螺杆挤出机，参照图 1，包括：机筒 10，所述机筒 10 具有内腔，所述机筒 10 还具有开口 30；

还包括螺杆结构 20，所述螺杆结构 20 安装在所述机筒 10 内腔；所述螺杆结构 20 包括同向差速旋转的第一螺杆 21 以及第二螺杆 22，所述第一螺杆 21 与所述第二螺杆 22 相互啮合产生啮合区；所述第一螺杆 21 以及所述第二螺杆 22 的外径相等；

所述第一螺杆 21 的根径与顶径之间设置有第一台阶结构 211；所述第二螺杆 22 的根径与顶径之间设置有第二台阶结构 221，所述第一台阶结构 211 与所述第二台阶结构 221 在所述啮合区发生交错啮合；

所述第一螺杆 21 与所述第二螺杆 22 的转速比为 2，并且所述第一螺杆 21 与所述第二螺杆 22 的边沿均为光滑的螺棱结构；

在本实施例中，所述第一螺杆 21 以及所述第二螺杆 22 与机筒 1 的内腔形成流道 40，所述流道 40 用于物料通行。

所述第一螺杆 21 与所述第二螺杆 22 在所述机筒 1 内呈竖直方向排列或呈水平方向排列，在图 1 中，优选所述第一螺杆 21 与所述第二螺杆 22 呈竖直方向排列来作为展示，可以理解的是，所述第一螺杆 21 与所述第二螺杆 22 还可以呈水平方向排列，可根据机筒 10 的实际情况进行选择。所述第一螺杆 21 以及所述第二螺杆 22 的外侧边沿均与所述机筒 10 内壁相切。

其中, 所述第一螺杆 21 与所述第一螺杆 22 之间的进行同向差速旋转, 能够实现两根螺杆之间相互擦拭, 达到了自洁的效果, 所述第一螺杆 21 与所述第一螺杆 22 的边沿均为光滑的螺棱结构, 减少了捏合块的使用, 有利于提升自洁效果, 而且两根螺杆的根径与顶径之间设置有台阶结构, 两根螺杆的台阶结构在啮合区发生相互交错啮合, 使流道 40 发生拓扑结构的变化, 有效的引入了强拉伸作用和啮合区强扰动作用, 提升了同向差速多螺杆挤出机的熔融和塑化混合效果。

参照图 2, 所述机筒 10 还设有输送段 S1、熔融段 S2、排气段 S3 以及混炼挤出段 S4; 输送段 S1、熔融段 S2、排气段 S3 和混炼挤出段 S4, 加工的物料的移动方向为 S1 至 S2 至 S3 至 S4, 输送段 S1 设有与外界连通的进料口 31, 排气段 S3 设有与外界连通的排气口 32, 混炼挤出段 S4 的末端设有与外界连通的出料口 33。

参照图 3 与图 4, 啮合区包括上啮合区和下啮合区, 第一台阶结构 211 与第二台阶结构 221 在上啮合区为错列啮合; 所述第一台阶结构 211 与所述第二台阶结构 221 在下啮合区为并列啮合。两根螺杆在上下啮合区实现了台阶结构的错列、并列的啮合关系, 能够引入了强拉伸作用和啮合区强扰动作用, 其中, 在本实施例中, 当第一螺杆 21 与第二螺杆 22 为水平方向排列时, 俯视图为上啮合区, 仰视图为下啮合区, 可以理解的是, 当第一螺杆 21 与第二螺杆 22 为竖直方向排列时, 正视图为上啮合区, 后视图为下啮合区。

参照图 5, 所述第一螺杆 21 采用单头螺纹结构, 在所述第一螺杆 21 横截面轮廓内引入一段半径为 r_M 的圆弧构成所述第一台阶结构 211, $d/2 < r_M < D/2$, 其中, d 为所述第一螺杆 21 和所述第二螺杆 22 的内径, D 为所述第一螺杆 21 和所述第二螺杆 22 的最大外径; 所述第二螺杆 22 采用双头螺纹结构, 在所述第二螺杆 22 的横截面轮廓内引入两段半径为 $C - r_M$ 的圆弧构成所述第二台阶结构 221, 其中 C 为所述第一螺杆 21 的旋转中心 O_1 与所述第二螺杆 22 的旋转中心 O_2 之间连线的距离。

如图 5 所示, 所述第一螺杆 21 和所述第二螺杆 22 的最大外径均为 D , 对应的半径为 R , 所述第一螺杆 21 和所述第二螺杆 22 的内径为 d , 对应的半径为 r , 那么有: $d = 2C - D$ 。所述第一螺杆 21 的横截面轮廓由六段曲线弧连接构成, 六段曲线弧依次为 AB、BC、CD、DE、EF 和 FA, 其中, BC、DE 和 FA 为非圆曲线弧, AB、CD 和 EF 为圆弧, 圆弧和非圆曲线弧总是间隔连接, 曲线弧 BC 对应的圆心角 β_1 为:

$$\beta_1 = 3\arccos(C/D),$$

以 O_1C 为极轴, 引入辅助角 ε_1 , 逆时针方向为正, 曲线弧 BC 在极角 θ_1 为:

$\theta_1 = 2\varepsilon_1 + \arctan((D \sin \varepsilon_1)/(2C - D \cos \varepsilon_1))$, 对应的极径 $\rho(\theta_1)$ 为:

$$\rho(\theta_1) = \sqrt{C^2 + (D/2)^2 - CD \cos \varepsilon_1}, \text{ 曲线弧 DE 对应的圆心角 } \beta_2 \text{ 为:}$$

$$\beta_2 = 2\arccos((C^2 + (C - r_M)^2 - (D/2)^2)/(2C(C - r_M))) + \arctan((\sqrt{(2C(C - r_M))^2 - (C^2 + (C - r_M)^2 - (D/2)^2)^2})/(C^2 + (D/2)^2 - (C - r_M)^2))$$

以 O_1D 为极轴, 引入辅助角 ε_2 , 顺时针方向为正, 曲线弧 DE 在极角 θ_2 为:

$\theta_2 = 2\varepsilon_2 + \arctan((D \sin \varepsilon_2)/(2C - D \cos \varepsilon_2))$, 对应的极径 $\rho(\theta_2)$ 为:

$$\rho(\theta_2) = \sqrt{C^2 + (D/2)^2 - CD \cos \varepsilon_2}, \text{ 曲线弧 FA 对应的圆心角 } \beta_3 \text{ 为:}$$

$$\beta_3 = 2\arccos((C^2 + (D/2)^2 - r_M^2)/DC) + \arctan((\sqrt{(CD)^2 - (C^2 + (D/2)^2 - (r_M)^2)^2})/(C^2 + (r_M)^2 - (D/2)^2))$$

以 O_1F 为极轴, 引入辅助角 ε_3 , 顺时针方向为正, 曲线弧 FA 在极角 θ_3 为:

$\theta_3 = 2\varepsilon_3 + \arctan((C - r_M) \sin \varepsilon_3 / (C - (C - r_M) \cos \varepsilon_3))$, 对应的极径 $\rho(\theta_3)$

为:

$$\rho(\theta_3) = \sqrt{C^2 + (C - r_M)^2 - 2C(C - r_M) \cos \varepsilon_3}$$

其中, r_M 为构成所述第一台阶结构 211 对应的圆弧半径, 有 $d/2 < r_M < D/2$ 。

三段圆弧分别为 AB、CD 和 EF, 对应的半径分别为 $d/2$ 、 $D/2$ 和 r_M , 对应的圆心角分别为 α 、 γ 和 ϕ , 则圆心角 ϕ 满足: $\alpha + \gamma + \phi = 2\pi - \beta_1 - \beta_2 - \beta_3$, 其中, 圆弧 EF 构成所述第一台阶结构 211。

所述第二螺杆 22 的横截面轮廓上的多段曲线弧是所述第一螺杆 21 的横截

面轮廓上的多段曲线弧数量的 2 倍。如图 5 所示, A 和 A₁ 点重合, 所述第二螺杆 22 的横截面轮廓由十二段曲线弧连接构成, 十二段曲线弧依次为 A₁B₁、B₁C₁、C₁D₁、D₁E₁、E₁F₁ 和 F₁A₂, 以及 A₂B₂、B₂C₂、C₂D₂、D₂E₂、E₂F₂ 和 F₂A₁。其中, 曲线弧 A₁B₁、B₁C₁、C₁D₁、D₁E₁、E₁F₁ 和 F₁A₂ 与曲线弧 A₂B₂、B₂C₂、C₂D₂、D₂E₂、E₂F₂ 和 F₂A₁ 关于所述第二螺杆 22 的旋转中心中心对称, 圆弧和非圆曲线弧总是间隔连接。B₁C₁、D₁E₁ 和 F₁A₂ 为非圆曲线弧, 对应的圆心角分别为 $\beta_1/2$ 、 $\beta_2/2$ 和 $\beta_3/2$; 同样, 非圆曲线弧 B₂C₂、D₂E₂、F₂A₁ 对应的圆心角也分别为 $\beta_1/2$ 、 $\beta_2/2$ 和 $\beta_3/2$ 。而且, 三段圆弧分别为 A₁B₁、C₁D₁ 和 E₁F₁, 对应的半径分别为 $d/2$ 、 $D/2$ 和 $C-r_M$, 对应的圆心角分别为 $\alpha/2$ 、 $\gamma/2$ 和 $\phi/2$ 。同样, 另外三段圆弧分别为 A₂B₂、C₂D₂ 和 E₂F₂, 对应的半径也分别为 $d/2$ 、 $D/2$ 和 $C-r_M$, 对应的圆心角也分别为 $\alpha/2$ 、 $\gamma/2$ 和 $\phi/2$ 。其中, 圆弧 E₁F₁ 和 E₂F₂ 为所述第二台阶结构 221。因此, 在本实施例中, 所述第一螺杆 21 以及所述第二螺杆 22 的横截面轮廓均不变, 所述第一螺杆 21 的横截面轮廓的多段曲线弧为非对称, 所述第二螺杆 22 的横截面轮廓的多段曲线弧为旋转中心中心对称。两根螺杆均采用横截面结构不变的形式, 使螺杆的制造过程相对简单, 同时避免两根螺杆之间的对称性, 也避免单个螺杆的轴对称性, 而且, 第一螺杆的横截面轮廓完全非对称, 利用螺杆的非对称效应, 能够提升同向差速多螺杆挤出机的熔融和塑化混合效果。可以理解的是, 本实施例中, 第一螺杆 21 的横截面轮廓包括 3 段圆弧和 3 段非圆曲线弧, 第二螺杆 22 的横截面轮廓包括 6 段圆弧和 6 段非圆曲线弧, 只是优选方案; 在实际应用中, 第一螺杆 21 的横截面轮廓可包括 N 段圆弧和 N 段非圆曲线弧, 第二螺杆 22 的横截面轮廓可包括 2N 段圆弧和 2N 段非圆曲线弧, 其中, 在保证第一螺杆 21 和第二螺杆 22 正常使用的前提下, N 可取任意数。

参照图 2, 物料在本实施例的同向差速双螺杆挤出机的加工方法, 包括以下步骤:

物料从进料口 31 进入输送段 S1 的流道后, 第一螺杆 21 和第二螺杆 22 分别沿各自螺杆轴线进行同向差速转动产生输送力; 同时第一台阶结构 211 与第二台阶结构 221 在上啮合区形成错列啮合, 而在下啮合区形成并列的啮合, 增加了轴

向正位移输送力，物料在输送力的作用下以及两根螺杆之间的摩擦力共同作用下向熔融段 S2 的方向移动；

物料流至熔融段 S2 的流道处时，由于两根螺杆高速旋转产生的热量以及台阶结构的交错啮合，在第一螺杆 21 的推力面和第二螺杆 22 的拖曳面位置实现了对物料的强制熔融，而且随着第一台阶结构 211 与第二台阶结构 221 在上下啮合区进行错列和并列的周期性变化，实现对物料的翻动和强制剥离，促进了界面更新作用，同时强化了传热过程，加速了固体物料的熔融进程，物料成为熔体；

成为熔体的物料从熔融段 S2 的流道进入排气段 S3 的流道后，第一台阶结构 211 与第二台阶结构 221 的相互啮合形成的推、刮作用促进了界面更新，扩大了排气面积，物料汇集在此处产生负压作用，加速了废气从排气口排出，同时熔融的物料继续向混炼挤出段 S4 的流道方向运动；

成为熔体的物料进入混炼挤出段 S4 的流道后，第一螺杆 21 和第二螺杆 22 同向差速啮合运转，第一台阶结构 211 与第二台阶结构 221 也相互交错啮合，熔融的物料在向出料口 33 运动过程中受到周期性作用，在啮合区受到强拉伸和强扰动作用，同时也受到不同拓扑流道机理作用，这样强化了塑化混合效果，并使成为熔体的物料稳定从出料口挤出，同时，第一螺杆 21 和第二螺杆 22 之间进行相互擦拭也实现了完全自洁。

参照图 6，本发明的第二实施例，提供了一种同向差速三螺杆挤出机，不同于第一实施例，螺杆结构 20 还包括第三螺杆 23，所述第三螺杆 23 与第一实施例中的第一螺杆 21 的结构相同，第一螺杆 21、第二螺杆 22 以及第三螺杆 23 依次成“一字型”啮合。

参照图 7，本发明的第三实施例，提供了一种同向差速三螺杆挤出机，不同于第一实施例，螺杆结构 20 还包括第三螺杆 23，所述第三螺杆 23 与第一实施例中的第二螺杆 22 的结构相同，第二螺杆 22、第一螺杆 21 以及第三螺杆 23 依次成“一字型”啮合。

上面结合附图对本发明实施例作了详细说明，但是本发明不限于上述实施例，在所述技术领域普通技术人员所具备的知识范围内，还可以在不脱离本发明

宗旨的前提下作出各种变化。

权利要求书

1. 一种同向差速多螺杆挤出机，其特征在于，包括：

机筒，所述机筒具有内腔，所述机筒还具有开口；

螺杆结构，所述螺杆结构安装在所述机筒内腔；所述螺杆结构包括同向差速旋转的第一螺杆以及第二螺杆，所述第一螺杆与所述第二螺杆相互啮合产生啮合区；

所述第一螺杆的根径与顶径之间设置有第一台阶结构；所述第二螺杆的根径与顶径之间设置有第二台阶结构，所述第一台阶结构与所述第二台阶结构在所述啮合区发生交错啮合。

2. 根据权利要求 1 所述的一种同向差速多螺杆挤出机，其特征在于：所述第一螺杆与所述第二螺杆在所述机筒内呈竖直方向排列或呈水平方向排列，所述第一螺杆以及所述第二螺杆的外侧边沿均与所述机筒内壁相切。

3. 根据权利要求 1 所述的一种同向差速多螺杆挤出机，其特征在于：所述第一螺杆为单头螺纹结构，所述第二螺杆为双头螺纹结构。

4. 根据权利要求 1 所述的一种同向差速多螺杆挤出机，其特征在于：所述第一螺杆以及所述第二螺杆的外径相等。

5. 根据权利要求 1 所述的一种同向差速多螺杆挤出机，其特征在于：所述第一螺杆的横截面轮廓包括多段曲线弧，所述第一螺杆的横截面轮廓上的多段曲线弧包括多段圆弧以及多段非圆曲线弧；

所述第二螺杆的横截面轮廓也包括多段曲线弧，所述第二螺杆的横截面轮廓上的多段曲线弧也包括多段圆弧以及多段非圆曲线弧；

所述第二螺杆的横截面轮廓上的多段曲线弧是所述第一螺杆的横截面轮廓上的多段曲线弧数量的 2 倍；

所述第一螺杆的横截面轮廓上的多段曲线弧为非对称，所述第二螺杆的横截面轮廓上的多段曲线弧为中心对称。

6. 根据权利要求 1 所述的一种同向差速多螺杆挤出机，其特征在于：所述

第一螺杆与所述第二螺杆的转速比为 2。

7. 根据权利要求 1 所述的一种同向差速多螺杆挤出机，其特征在于：所述啮合区包括上啮合区以及下啮合区，所述第一台阶结构与所述第二台阶结构在所述上啮合区为错列啮合；所述第一台阶结构与所述第二台阶结构在所述下啮合区为并列啮合。

8. 根据权利要求 1 所述的一种同向差速多螺杆挤出机，其特征在于：所述螺杆结构还包括第三螺杆；所述第三螺杆与所述第一螺杆的结构相同或者与所述第二螺杆的结构相同，所述第一螺杆、所述第二螺杆以及所述第三螺杆成一字型啮合。

9. 根据权利要求 1 所述的一种同向差速多螺杆挤出机，其特征在于：所述开口包括进料口、排气口以及出料口。

10. 一种同向差速多螺杆挤出机的加工方法，其特征在于，包括以下步骤：

第一螺杆和第二螺杆进行同向差速旋转，推动物料在机筒的内腔中前进；

所述第一螺杆和所述第二螺杆旋转产生热量，对物料进行熔融，同时所述第一螺杆上设置的第一台阶结构以及所述第二螺杆上设置的第二台阶结构在啮合区进行交错啮合，对物料进行翻动和强制剥离，物料成为熔体；

所述第一台阶结构以及所述第二台阶结构在啮合区进行的周期性交错啮合产生的强拉伸作用和强扰动作用，对成为熔体的物料进行塑化混合，并使成为熔体的物料稳定从出口挤出；

所述第一螺杆和所述第二螺杆之间进行相互擦拭，实现了自洁。

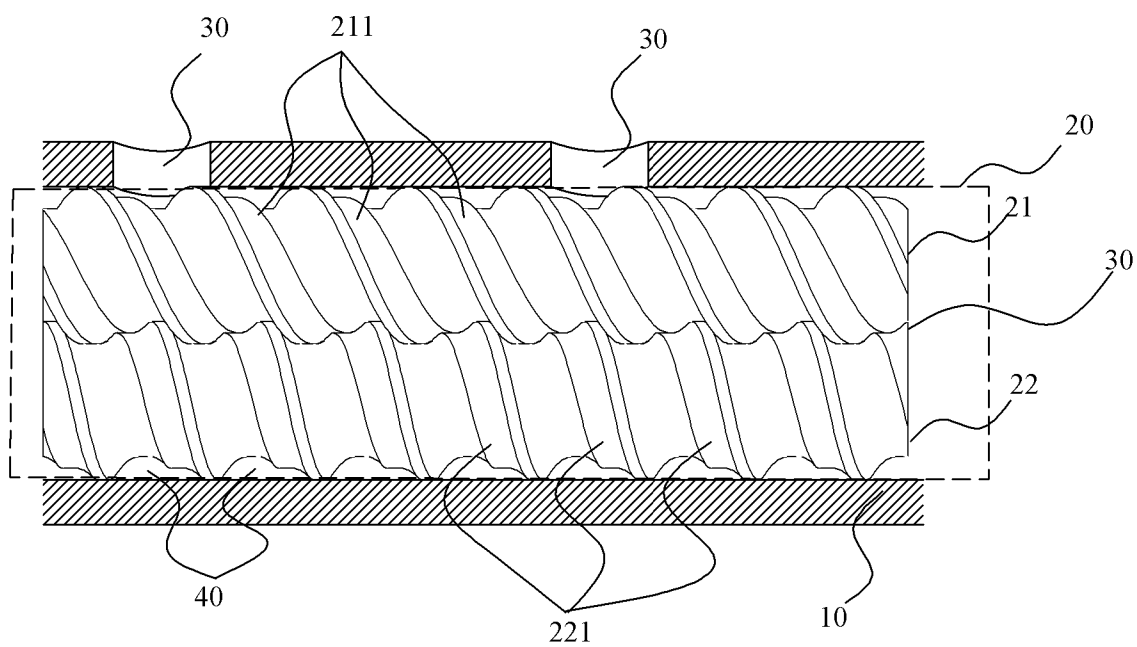


图1

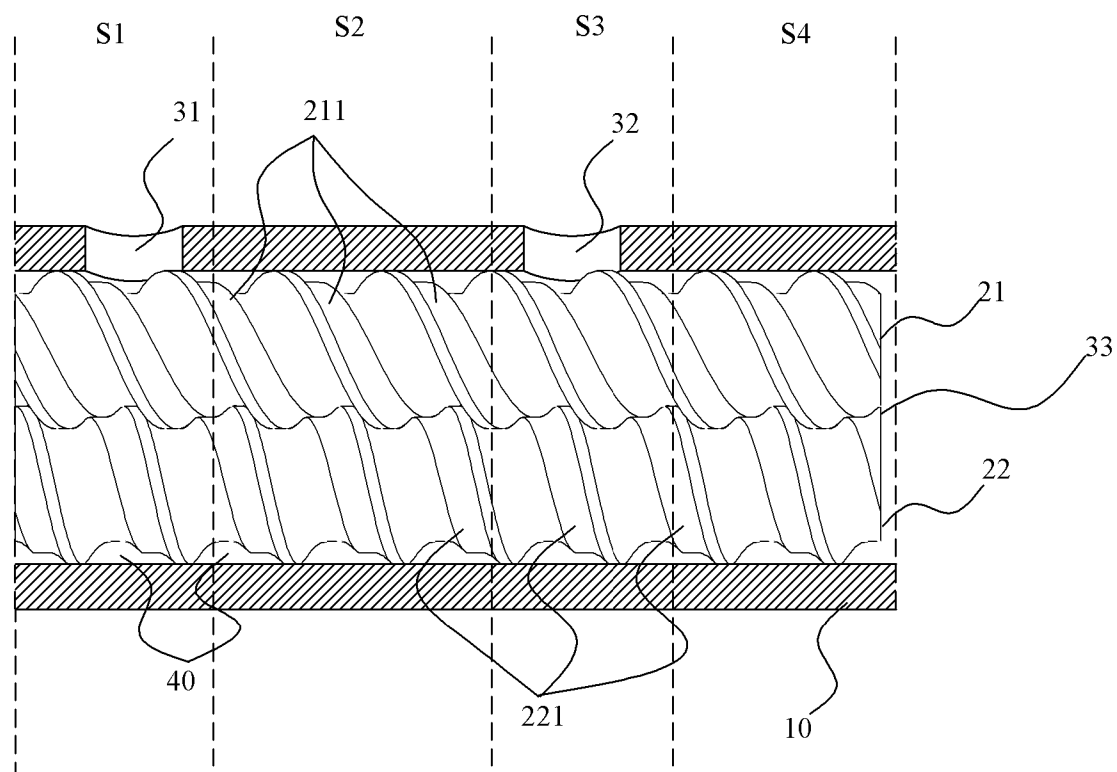


图2

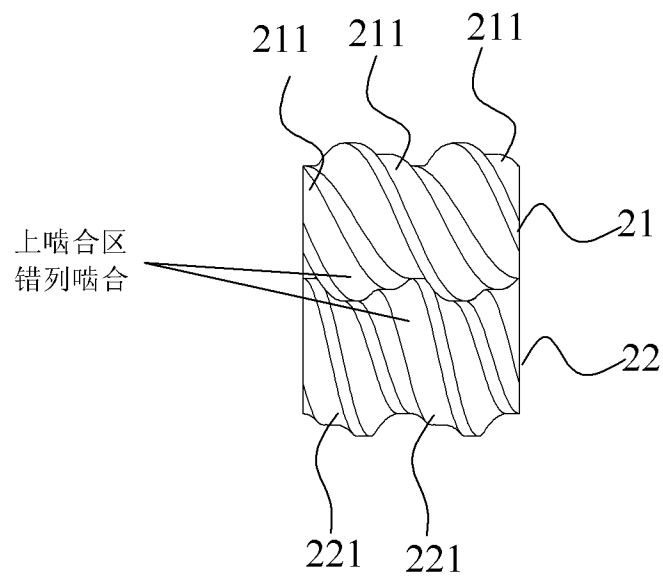


图3

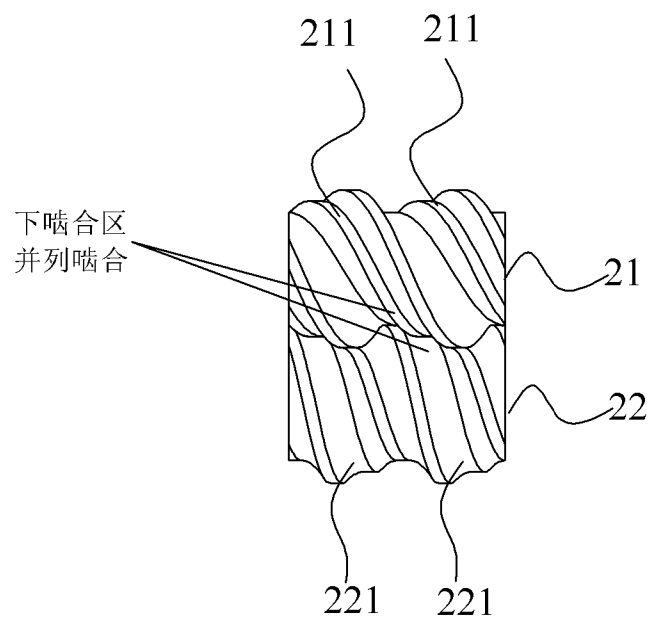


图4

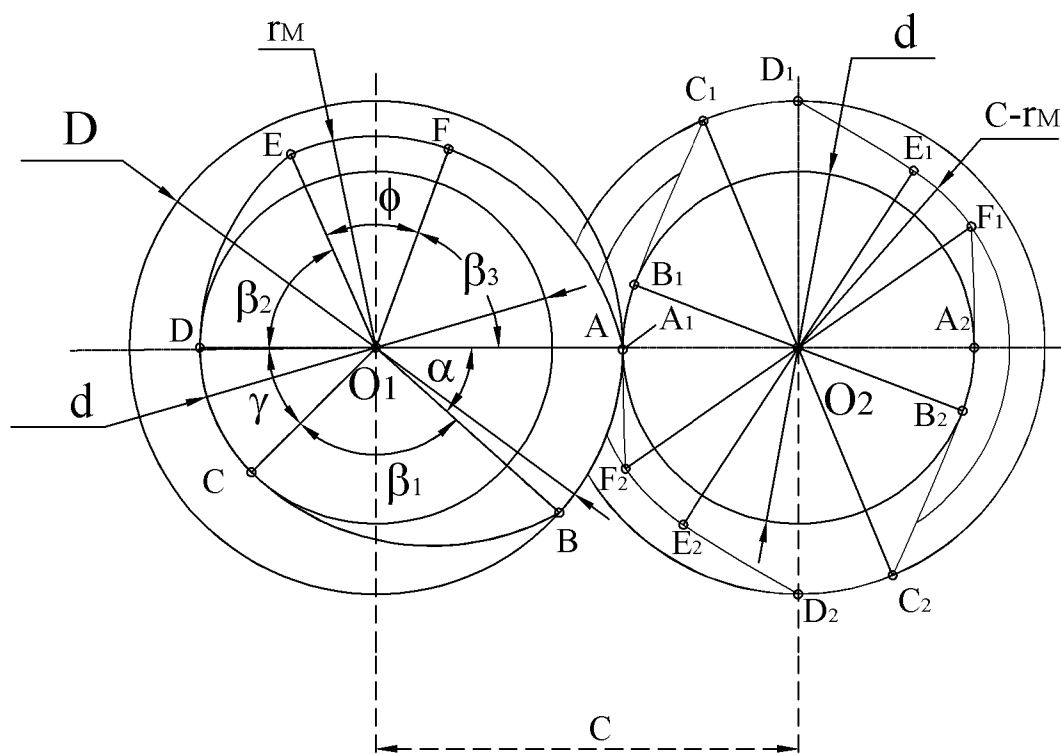


图5

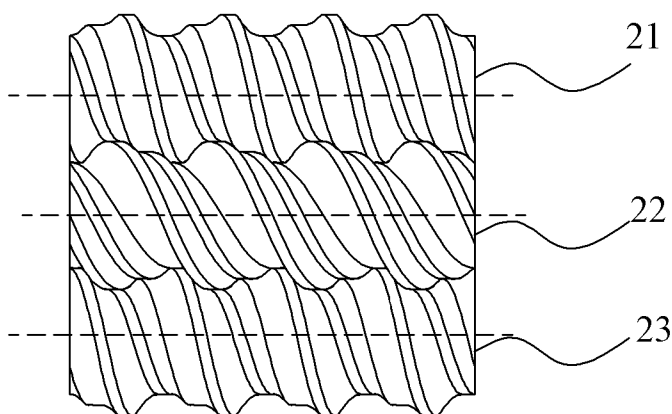


图6

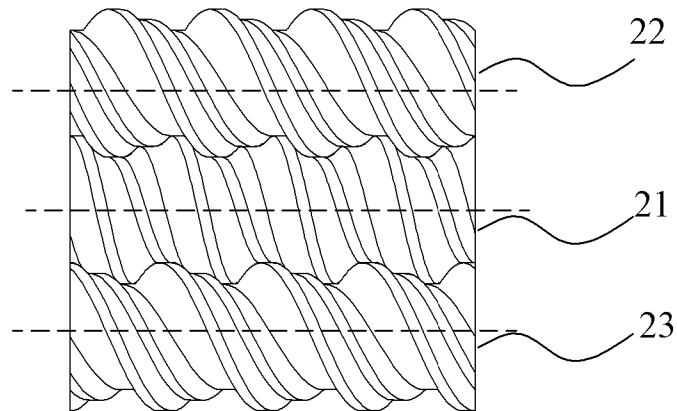


图7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/098961

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B29C 48/405(2019.01)i; B29C 48/59(2019.01)i; B29C 48/27(2019.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B29C48/+,B29C47/+

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNABS, CNTXT, DWPI, SIPOABS, USTXT, EPTXT, CNKI: 五邑大学, 徐百平, 杜遥雪, 喻慧文, 同向, 差速, 螺杆, 螺纹, 啮合, 筒, 挤出, 台阶, 凸起, 棱, 突起, 捏合, 混合, 塑化, 熔融, 交错, 自洁, 擦拭, 弧, 对称, 拉伸, screw?, extrud+, thread, knead +, mix+, fus+, clean+, arc+, engag+, step?, edge

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 107139425 A (GUANGDONG INDUSTRY TECHNICAL COLLEGE) 08 September 2017 (2017-09-08) description, paragraphs [0040]-[0065], and figures 1-8	1-10
Y	CN 201752925 U (NANJING RUBBER & PLASTICS MACHINERY PLANT CO., LTD.) 02 March 2011 (2011-03-02) description, paragraphs [0028]-[0029], [0037]-[0059], figures 1-3	1-10
Y	CN 107031015 A (XU, Baiping) 11 August 2017 (2017-08-11) description, particular embodiments, and figures 1-14	1-10
Y	CN 206840670 U (XU, Baiping) 05 January 2018 (2018-01-05) description, particular embodiments, and figures 1-14	1-10
Y	CN 106476242 A (GUANGDONG INDUSTRY TECHNICAL COLLEGE) 08 March 2017 (2017-03-08) description, particular embodiments, and figures 1-7	1-10
Y	CN 206967925 U (GUANGDONG INDUSTRY TECHNICAL COLLEGE) 06 February 2018 (2018-02-06) description, particular embodiments, and figures 1-7	1-10



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date
 “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 “X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 “Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 “&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

08 January 2020

Date of mailing of the international search report

21 January 2020

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing
100088
China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/098961**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 103057089 A (DALIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 24 April 2013 (2013-04-24) entire document	1-10
A	EP 0343326 A2 (APV CHEMICAL MACHINERY INC.) 29 November 1989 (1989-11-29) entire document	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2019/098961

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	107139425	A	08 September 2017	None			
CN	201752925	U	02 March 2011	None			
CN	107031015	A	11 August 2017	None			
CN	206840670	U	05 January 2018	None			
CN	106476242	A	08 March 2017	CN	106476242	B	07 May 2019
CN	206967925	U	06 February 2018	None			
CN	103057089	A	24 April 2013	CN	103057089	B	24 December 2014
EP	0343326	A2	29 November 1989	DE	68910380	T2	03 March 1994
				JP	2648513	B2	03 September 1997
				EP	0343326	A3	18 September 1991
				DE	68910380	D1	09 December 1993
				US	4826323	A	02 May 1989
				EP	0343326	B1	03 November 1993
				JP	H01317534	A	22 December 1989

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2019/098961

A. 主题的分类

B29C 48/405(2019.01)i; B29C 48/59(2019.01)i; B29C 48/27(2019.01)i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

B29C48/+, B29C47/+

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

CNABS, CNTXT, DWPI, SIPOABS, USTXT, EPTXT, CNKI:五邑大学, 徐百平, 杜遥雪, 喻慧文, 同向, 差速, 螺杆, 螺纹, 啮合, 筒, 挤出, 台阶, 凸起, 棱, 突起, 捏合, 混合, 塑化, 熔融, 交错, 自洁, 擦拭, 弧, 对称, 拉伸, screw?, extrud+, thread, knead+, mix+, fus+, clean+, arc+, engag+, step?, edge

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
Y	CN 107139425 A (广东轻工职业技术学院) 2017年 9月 8日 (2017 - 09 - 08) 说明书第[0040]-[0065]段、附图1-8	1-10
Y	CN 201752925 U (南京橡塑机械厂有限公司) 2011年 3月 2日 (2011 - 03 - 02) 说明书第[0028]-[0029], [0037]-[0059]段、附图1-3	1-10
Y	CN 107031015 A (徐百平) 2017年 8月 11日 (2017 - 08 - 11) 说明书具体实施方式部分、附图1-14	1-10
Y	CN 206840670 U (徐百平) 2018年 1月 5日 (2018 - 01 - 05) 说明书具体实施方式部分、附图1-14	1-10
Y	CN 106476242 A (广东轻工职业技术学院) 2017年 3月 8日 (2017 - 03 - 08) 说明书具体实施方式部分、附图1-7	1-10
Y	CN 206967925 U (广东轻工职业技术学院) 2018年 2月 6日 (2018 - 02 - 06) 说明书具体实施方式部分、附图1-7	1-10
A	CN 103057089 A (大连理工大学) 2013年 4月 24日 (2013 - 04 - 24) 全文	1-10

☒ 其余文件在C栏的续页中列出。☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2020年 1月 8日

国际检索报告邮寄日期

2020年 1月 21日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局(ISA/CN)

中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

传真号 (86-10)62019451

受权官员

李娜

电话号码 86-(10)-53962826

C. 相关文件		
类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
A	EP 0343326 A2 (APV CHEMICAL MACHINERY INC.) 1989年 11月 29日 (1989 - 11 - 29) 全文	1-10

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2019/098961

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN	107139425	A	2017年 9月 8日	无	
CN	201752925	U	2011年 3月 2日	无	
CN	107031015	A	2017年 8月 11日	无	
CN	206840670	U	2018年 1月 5日	无	
CN	106476242	A	2017年 3月 8日	CN 106476242	B 2019年 5月 7日
CN	206967925	U	2018年 2月 6日	无	
CN	103057089	A	2013年 4月 24日	CN 103057089	B 2014年 12月 24日
EP	0343326	A2	1989年 11月 29日	DE 68910380	T2 1994年 3月 3日
				JP 2648513	B2 1997年 9月 3日
				EP 0343326	A3 1991年 9月 18日
				DE 68910380	D1 1993年 12月 9日
				US 4826323	A 1989年 5月 2日
				EP 0343326	B1 1993年 11月 3日
				JP H01317534	A 1989年 12月 22日