

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

B29C 45/47 (2006.01)

B29C 45/20 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 03149984.8

[45] 授权公告日 2007年2月28日

[11] 授权公告号 CN 1301843C

[22] 申请日 2003.8.1 [21] 申请号 03149984.8

[73] 专利权人 北京化工大学

地址 100029 北京市朝阳区北三环东路15号

[72] 发明人 何继敏 陈卫红

[56] 参考文献

JP57-30067A 1982.2.18

JP61-262113A 1986.11.20

审查员 何文

[74] 专利代理机构 北京思海天达知识产权代理有限公司

代理人 何清清

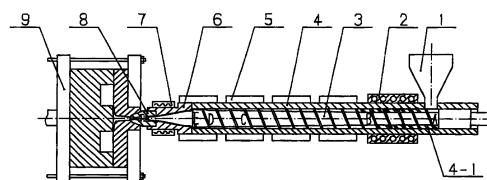
权利要求书2页 说明书7页 附图2页

[54] 发明名称

超高分子量聚乙烯注射成型机

[57] 摘要

本发明涉及一种超高分子量聚乙烯注射成型机，其螺杆的均化段由第一均化段和第二均化段组成，第二均化段与机筒内壁形成环隙状螺杆止逆区，螺杆的螺杆头包括第一级圆柱体、第一级圆锥体、第二级圆柱体和第二级圆锥体，第一级圆柱体外径与注射机前体的圆柱腔内径之间的环隙形成前体止逆区，第二级圆柱体外径与喷嘴的圆柱腔之间的环隙形成喷嘴止逆区，喷嘴结构有圆柱腔和锥形腔构成的补缩储料室，本实用新型有效的阻止物料回泄，减小塑化阻力，提高螺杆推进力和注射充模能力，从而采用普通结构的模具即可实现难加工的超高分子量聚乙烯的注射成型。



1、一种超高分子量聚乙烯注射成型机，包括料斗、冷却夹套、螺杆、机筒、加热及冷却机构、前体、加热器和喷嘴，螺杆由螺槽等深的加料段 AB、螺槽深度渐变的压缩段 BC、均化段 CE 和锥形螺杆头 EF 组成，其特征在于：

(1) 螺杆的均化段由具有螺槽深度较大的第一均化段 CD 和螺槽深度较小的第二均化段 DE 组成，第二均化段与机筒内壁形成环隙状螺杆止逆区；

(2) 螺杆的螺杆头包括四部分，依次为：第一级圆柱体、第一级圆锥体、第二级圆柱体和第二级圆锥体，第一级圆柱体直径小于螺杆直径，第一级圆柱体外径与注射机前体的圆柱腔内径之间的环隙形成前体止逆区，第二级圆柱体直径小于第一级圆柱体直径，第二级圆柱体外径与喷嘴的圆柱腔之间的环隙形成喷嘴止逆区；

(3) 喷嘴腔体包括圆柱腔、锥形腔、喷嘴孔和倒锥形腔，圆柱腔和锥形腔构成补缩储料室，喷嘴孔口径较小，形成高剪切区，倒锥形腔口径从喷嘴孔结束位置到倒锥形腔结束位置呈渐变扩大，倒锥形腔结束位置口径比喷嘴孔口径大 0.2~0.8mm。

2、根据权利要求 1 所述的注射成型机，其特征在于，螺杆第一均化段 CD 的压缩比为 1.4~2.2，第二均化段 DE 槽深为第一均化段 CD 槽深的 65%~90%，且第二均化段 DE 的压缩比小于 2.4，第二均化段 DE 长度为 0.6D~1.2D，D 为螺杆直径，螺杆螺距为 0.5~0.9D，D 为螺杆直径。

3、根据权利要求 1 所述的注射成型机，其特征在于，螺杆头第一级圆锥体和第二级圆锥体的锥角为 15~40°，前体止逆区和喷嘴止逆区的环隙厚度为 0.1~0.9mm，环隙宽度分别为第一级圆柱体、第二级圆柱体外径的 0.6~1.0 倍。

4、根据权利要求 1 所述的注射成型机，其特征在于，喷嘴孔口径 1.5~3mm，喷嘴长度为喷嘴孔口径的 3~6 倍。

5、根据权利要求1所述的注射成型机，其特征在于，机筒加料段内壁开设螺旋沟槽，螺旋沟槽的螺纹旋向与螺杆的螺纹旋向相同，螺距为机筒直径的1.2~2倍，螺纹头数 ≥ 1 。

6、根据权利要求1所述的注射成型机，其特征在于，机筒加料段外壁安装冷却夹套，冷却夹套沿机筒的轴向宽度为2~4D，D为螺杆直径；机筒的压缩段和均化段外壁安装加热及冷却机构；前体外壁安装加热器以加热前体和喷嘴。

超高分子量聚乙烯注射成型机

技术领域

本发明涉及一种塑料注射成型机，特别是对其塑化装置的改进，适用于超高分子量聚乙烯和氟塑料，也适用于其它粘度较高、流动性较差的塑料的注射成型。

背景技术

超高分子量聚乙烯是粘均分子量在 150 万以上的线性聚乙烯，具有优良的耐磨、耐冲击、耐腐蚀、自润滑、吸收冲击能、耐低温等综合使用性能，适合制作各种耐磨、耐冲击、耐腐蚀、自润滑的零部件。但由于熔融粘度极高（几乎没有流动性），成型加工极为困难。

采用普通塑料注射成型机加工超高分子量聚乙烯时，存在以下难点：（1）由于摩擦系数低且熔融粘度极高，超高分子量聚乙烯树脂容易在塑化装置的机筒中打滑而停滞不前，严重时螺杆发生堵塞；（2）由于物料流动性差，注射充模较为困难，制品密实程度低；（3）制品变形大，尺寸稳定性差。为此，对超高分子量聚乙烯的注射加工需要特殊的方法，日本专利特公昭 57-30067“超高分子量聚乙烯注射成型方法”、特公昭 60-58010“注射压缩成型方法”、特开昭 61-262113“超高分子量聚乙烯的注射”等专利提出高剪切速率下注射充模与模具型腔容积扩大、缩小变化相结合的注射成型方法，使制品得到密实，但其模具结构特殊，需安装附加油缸以实现模具型腔变化，增加了设备复杂程度。美国专利 US5422061“超高分子量聚乙烯滑套的注射成型方法”提出使物料通过环形浇口注射充模，通过加压油缸驱动模具型腔内的顶杆，对模具型腔内物料进行压缩，采用真空泵对模具型腔抽真空实现减压，同时该专利还提出对注射机的塑化装置进行改进，所采用的注射螺杆的压缩比小于 2.4，以减小塑化、注射时的阻力，螺杆长径比 10~25，螺纹升角为 $10^{\circ} \sim 18^{\circ}$ ，即：采用较小的螺

距以提高推进力，此外，螺杆均化段末的圆柱体外径与喷嘴圆柱腔内径之间的环隙形成止逆区，以避免通常用止逆环带来的阻力。在该方法中，螺杆压缩比减小，螺杆均化段螺槽较深，注射前移过程中熔融物料易沿螺槽回泄，而仅靠螺杆均化段末的圆柱体外径与喷嘴圆柱腔内径之间的环隙形成的一个止逆区，不能有效阻止物料的回泄，该专利还需要通过对模具型腔的抽真空减压来提高充模能力，实现超高分子量聚乙烯的注射成型。

发明内容:

本发明要解决的技术问题：通过对注射成型机塑化装置的改进，有效的阻止注射前移过程中物料回泄，减小塑化阻力，提高螺杆推进力和注射充模能力，从而采用普通结构的模具和通用注射成型程序，即可实现难加工的超高分子量聚乙烯等高粘度、流动性差的塑料的注射成型。

本发明的技术方案：本发明主要是对注射成型机塑化装置的改进，包括：

(1) 螺杆：螺杆包括螺槽等深的加料段 AB、螺槽深度渐变的压缩段 BC、以及均化段 CE，其中，螺杆的均化段由具有螺槽深度较大的第一均化段 CD 和螺槽深度较小的第二均化段 DE 组成，第二均化段与机筒内壁形成环隙状螺杆止逆区；

(2) 螺杆的螺杆头包括四部分，依次为：第一级圆柱体、第一级圆锥体、第二级圆柱体和第二级圆锥体，第一级圆柱体直径小于螺杆直径，第一级圆柱体外径与注射机前体的圆柱腔内径之间的环隙形成前体止逆区，第二级圆柱体直径小于第一级圆柱体直径，第二级圆柱体外径与喷嘴的圆柱腔之间的环隙形成喷嘴止逆区；

(3) 喷嘴：喷嘴腔体包括圆柱腔、锥形腔、喷嘴孔和倒锥形腔，圆柱腔和锥形腔构成补缩储料室，喷嘴孔口径较小，形成高剪切区，倒锥形腔口径从喷嘴孔结束位置到倒锥形腔结束位置呈渐变扩大，倒锥形腔结束位置口径比喷嘴

孔口径大 $0.2\sim 0.8\text{mm}$;

上述螺杆第一均化段 CD 的压缩比为 $1.4\sim 2.2$, 第二均化段 DE 槽深为第一均化段 CD 槽深的 $65\%\sim 90\%$, 且第二均化段 DE 的压缩比小于 2.4 , 第二均化段 DE 长度为 $0.6D\sim 1.2D$, D 为螺杆直径, 螺杆螺距为 $0.5\sim 0.9D$, D 为螺杆直径。

上述螺杆头第一级圆锥体和第二级圆锥体的锥角为 $15\sim 40^\circ$, 前体止逆区和喷嘴止逆区的环隙厚度为 $0.1\sim 0.9\text{mm}$, 环隙宽度分别为第一级圆柱体、第二级圆柱体外径的 $0.6\sim 1.0$ 倍。喷嘴孔口径 $1.5\sim 3\text{mm}$, 长度为喷嘴孔口径的 $3\sim 6$ 倍,

上述喷嘴孔口径 $1.5\sim 3\text{mm}$, 喷嘴长度为喷嘴孔口径的 $3\sim 6$ 倍,

上述机筒加料段内壁开设螺旋沟槽, 螺旋沟槽的螺纹旋向与螺杆的螺纹旋向相同, 螺距为机筒直径的 $1.2\sim 2$ 倍, 螺纹头数 ≥ 1 。

上述机筒加料段外壁安装冷却夹套, 冷却夹套沿机筒的轴向宽度为 $2\sim 4D$, D 为螺杆直径; 机筒的压缩段和均化段外壁安装加热及冷却机构; 前体外壁安装加热器以加热前体和喷嘴。

本发明的效果:

螺杆均化段采用较小压缩比的第一均化段与槽深较浅的第二均化段结构, 不但有效的减小塑化时的熔体阻力, 而且在第二均化段的螺槽形成螺杆止逆区, 同时解决了由于螺杆均化段槽深, 注射前移过程中熔融物料沿螺槽回泄;

螺杆的螺杆头为小锥角双级锥体结构, 形成前体止逆区和喷嘴止逆区, 与螺杆止逆区共同阻止熔融物料回泄, 同时又能起到增压作用, 提高注射充模能力;

喷嘴采用开式结构, 不但减小注射时的压力损失, 且构成补缩储料室, 提

高补缩能力，同时喷嘴孔采用较小口径形成高剪切区，使熔融物料通过喷嘴孔时在高剪切速率下产生喷射流状态，充模流动性得到改善，减小制品变形；

此外本发明机筒加料段内壁开设螺旋沟槽，使螺杆加料段螺槽中的固体物料与机筒螺旋沟槽中的固体物料形成内摩擦，增大有效摩擦系数，从而在加料段产生强制输送能力，使物料克服打滑现象。本发明可以实现难加工的超高分子量聚乙烯和氟塑料、聚氯乙烯、聚碳酸酯、聚甲基丙烯酸甲酯、聚苯醚、聚苯乙烯以及一些增强或填充塑料等高粘度、流动性差的塑料的注射成型。

附图说明

图 1 是本发明塑料注射成型机塑化装置的结构示意图；

图 2 是图 1 的局部放大视图。

具体实施方式

如图 1 所示，本发明塑料注射成型机包括料斗 1、冷却夹套 2、螺杆 3、机筒 4、加热及冷却机构 5、前体 6、加热器 7、喷嘴 8 组成的塑化装置以及合模装置 9 等部件。螺杆 3 包括螺槽等深的加料段 AB、螺槽深度渐变的压缩段 BC、均化段 CE 和锥形螺杆头 EF，其中：均化段 CE 由螺槽等深且螺槽深度较大的第一均化段 CD 和螺槽等深且螺槽深度较小的第二均化段 DE 构成，第一均化段 CD 和第二均化段 DE 螺槽等深之间平滑过渡，第二均化段 DE 与螺杆头 EF 相接，压缩段 BC 螺槽深度从加料段 AB 逐渐变浅至第一均化段 CD。由于熔体粘度极高，螺杆 3 上不设置滑动止逆环，以减小螺杆阻力和防止停滞热解。第一均化段 CD 采用较小的压缩比，压缩比为 1.4~2.2，以减小塑化时的熔体阻力。压缩比过小，物料塑化不充分，压缩比过大，螺杆 3 塑化时将产生较大的阻力，严重时螺杆 3 可能在压缩段发生堵塞。由于第一均化段 CD 压缩比较小，第一均化段 CD 槽深大于普通螺杆均化段槽深，注射时容易产生沿螺槽的熔料回泄，为

此在第一均化段 CD 后设置槽深较浅的第二均化段 DE，使第二均化段 DE 的螺槽与机筒之间形成较小的环隙 10，成为螺杆止逆区，在螺杆 3 注射前移过程中阻碍熔融物料沿螺槽回泄。第二均化段 DE 槽深为第一均化段 CD 槽深的 65%~90%，且第二均化段 DE 的压缩比小于 2.4，长度为 $0.6D \sim 1.2D$ ，D 是螺杆直径，若第二均化段 DE 的槽深过小、长度过大，在该处产生较大的阻力，第二均化段 DE 的槽深过大、长度过小，止逆效果不显著，螺杆 3 采用较小的螺距以提高螺杆的推进力，螺距为 $0.5D \sim 0.9D$ ，D 为螺杆直径，螺距过小，物料在机筒 4 内停留时间过长，易热氧化降解，螺距过大，螺杆的推进力过小，不足以克服物料阻力。

如图 2 所示，螺杆 3 的螺杆头 EF 为小锥角双级锥体结构，依次由第一级圆柱体 3-1、第一级圆锥体 3-2、第二级圆柱体 3-3 和第二级圆锥体 3-4 构成，第一级圆柱体 3-1 直径小于螺杆 3 直径，第二级圆柱体 3-3 直径小于第一级圆柱体 3-1 直径。第一级圆锥体 3-2 与第二级圆锥体 3-4 的锥角较小，锥角为 $15 \sim 40^\circ$ ，以减小流动阻力和注射压力损失。当螺杆 3 位于图 1 和 2 所示注射终止位置时，螺杆头 EF 第一级圆柱体 3-1 外径与前体 6 的圆柱腔 6-1 内径之间的环隙 11 形成前体止逆区，第二级圆柱体 3-3 外径与喷嘴 8 的圆柱腔 8-1 之间的环隙 12 形成喷嘴止逆区，此时喷嘴止逆区、前体止逆区和螺杆止逆区共同阻止熔融物料回泄。前体止逆区和喷嘴止逆区的环隙厚度为 $0.1 \sim 0.9\text{mm}$ ，宽度分别为第一级圆柱体 3-1，第二级圆柱体 3-3 外径的 $0.6 \sim 1.0$ 倍。喷嘴止逆区和前体止逆区的环隙厚度过大，止逆效果差，易造成大的回泄，随之而产生高剪切流动或热解现象，反之，环隙厚度过小，螺杆头第一级圆柱体 3-1 与前体 6 的圆柱腔之间，螺杆头第二级圆柱体 3-3 与喷嘴 8 的圆柱腔之间易发生摩擦和干涉。由于螺杆头第一级圆柱体 3-1、第二级圆柱体 3-3 的直径小于螺杆 3 的直径，因此又能起到增

压作用，提高注射充模能力。

喷嘴 8 采用开式结构，以减小注射时的压力损失。喷嘴腔体包括圆柱腔 8-1、锥形腔 8-2、喷嘴孔 8-3 和倒锥形腔 8-4，圆柱腔 8-1 和锥形腔 8-2 构成补缩储料室，为保压补缩提供熔融物料。喷嘴孔 8-3 采用较小口径以形成高剪切区，使熔融物料通过喷嘴孔时在高剪切速率下产生喷射流状态，充模流动性得到改善。喷嘴孔 8-3 口径为 1.5~3mm，口径过小，注射压力损失和流动阻力大，口径过大，则剪切速率过低而不能产生喷射流状态。由于喷嘴孔 8-3 口径小且具有补缩储料室，因此射程远、补缩能力强，有利于增加制品密实度，减小制品变形。倒锥形腔 8-4 口径从喷嘴孔 8-3 结束位置开始到倒锥形腔 8-4 结束位置呈锥形渐变扩大，其结束位置口径比喷嘴孔 8-3 口径大 0.2~0.8mm，但比模具浇套口径小 0.5~1mm，因此对喷射流的阻力较小，有利于物料高速流动。为防止补缩储料室产生冷料，在前体外壁安装加热器 7 以加热前体 6 和喷嘴 8，加热器 7 可以是陶瓷加热器、云母加热器等。

机筒 4 加料段内壁开设螺旋沟槽 4-1，目的是使螺杆 3 加料段 AB 螺槽中的固体物料与螺旋沟槽 4-1 中的固体物料形成内摩擦，增大有效摩擦系数，从而在加料段产生强制输送能力，使物料克服打滑趋势和塑化阻力而前进。螺旋沟槽 4-1 螺纹旋向与螺杆 3 的螺纹旋向相同，螺距为机筒直径的 1.2~2 倍，螺纹头数 ≥ 1 ，螺旋沟槽的深度沿送料方向由深至浅，均匀过渡，从而保证螺杆加料段螺槽中的固体物料与螺旋沟槽中的固体物料有相对摩擦运动，并沿螺旋沟槽前进而不会周向打滑。螺旋沟槽 4-1 的截面形状可以是矩形、半圆形、三角形等形状。

由于机筒 4 加料段内产生大量摩擦热，机筒 4 加料段外壁安装冷却夹套 2，通入水等冷却介质对机筒加料段进行强制冷却，以保持加料段的固体摩擦输送状态和强制输送能力。冷却夹套 2 沿机筒 4 的轴向宽度为 2~4D，D 为螺杆直

径，冷却夹套 2 的轴向宽度过小，不能使加料段摩擦产生的热量及时得到冷却，导致物料在加料段因软化而失去推进力，冷却夹套的轴向宽度过大，物料不能及时获得足够热量而熔融，螺杆将产生较大阻力。

普通注射成型机的机筒 4 压缩段和均化段通常只安装加热器，而对于超高分子量聚乙烯等高粘度物料，塑化过程中剪切粘性发热量大，容易导致机筒实际温度与设定温度产生较大偏差而影响注射成型程序的执行，因此在机筒 4 的压缩段和均化段外壁安装加热及冷却机构 7，使机筒通过有效的加热和冷却而实现精确温度控制。加热及冷却机构 7 的加热部件可以是陶瓷加热器、铸铝加热器、铸铜加热器等，冷却方式可以通过冷却风扇向加热部件内的冷却风道供冷风，或向包覆加热部件的冷却层中的冷却管道通入水等冷却介质。

实施例：

按照本发明实施的理论注射容积为 327cm^3 的塑料注射成型机，螺杆直径为 45mm，第一均化段的槽深为 2.8mm，压缩比为 1.93，第二均化段的螺槽深度为 2.4mm，压缩比为 2.25mm；螺杆头第一级圆锥体和第二级圆锥体的锥角为 20° ，喷嘴止逆区和前体止逆区间隙厚度为 0.3mm，间隙宽度为 32mm，喷嘴孔口径为 1.8mm；螺杆螺距为 32mm。

注射成型模具为普通结构的拉伸测试样条模具、冲击测试样条模具和磨损测试样条模具，模具加热温度为 87°C 。超高分子量聚乙烯原料为粉末状树脂，粘均分子量为 270 万，加入少量添加剂，用高速混合机混合均匀。混合均匀的超高分子量聚乙烯物料喂入注射成型机的料斗 (1)，采用通用注射程序：合模→注射→保压冷却→开模→脱模取出制品，注射压力为 150MPa，螺杆背压为 1.5MPa，获得表面光滑、平整、密实的超高分子量聚乙烯制品。

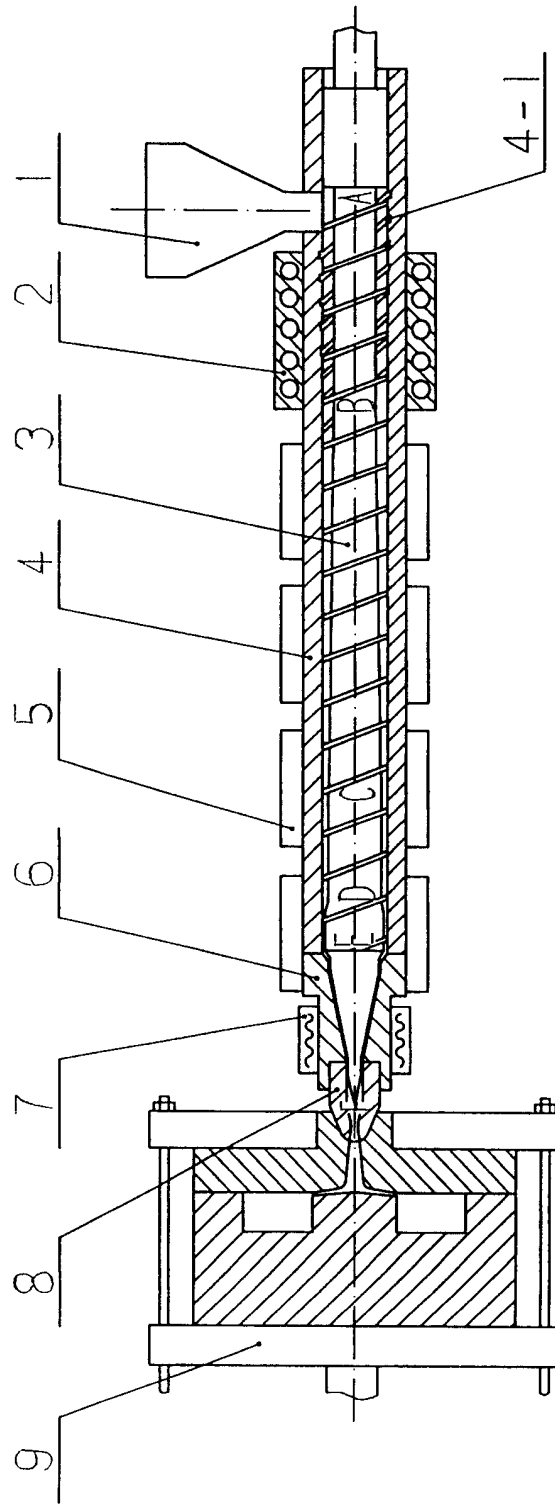


图 1

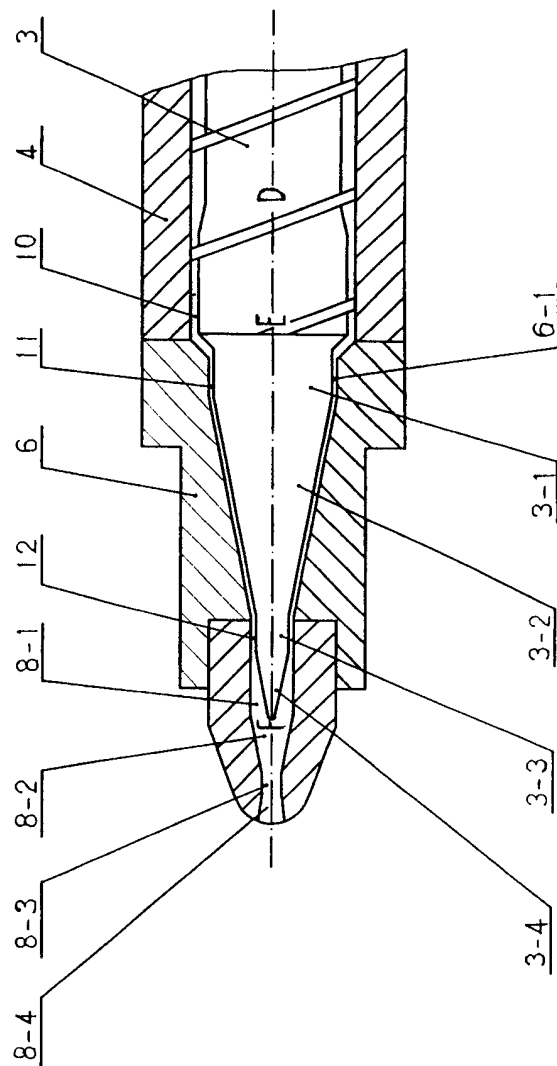


FIG. 2