

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.



# [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 02812234.8

B22D 11/00 (2006.01)

B22D 11/10 (2006.01)

B21C 33/02 (2006.01)

B21C 23/00 (2006.01)

[45] 授权公告日 2006 年 5 月 3 日

[11] 授权公告号 CN 1254329C

[22] 申请日 2002.4.18 [21] 申请号 02812234.8

[30] 优先权

[32] 2001. 4. 19 [33] US [31] 60/284,952

[32] 2001. 9. 21 [33] US [31] 09/957,846

[32] 2001. 12. 11 [33] US [31] 10/014,649

[86] 国际申请 PCT/US2002/012362 2002.4.18

[87] 国际公布 WO2002/085557 英 2002.10.31

[85] 进入国家阶段日期 2003.12.18

[71] 专利权人 阿尔科公司

地址 美国宾西法尼亚州

[72] 发明人 维韦克·M·桑普尔

斯科特·E·里格哈德

文森特·A·保拉

罗纳德·G·沙巴尔

审查员 李春华

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商  
标事务所

代理人 董 敏

权利要求书 7 页 说明书 31 页 附图 14 页

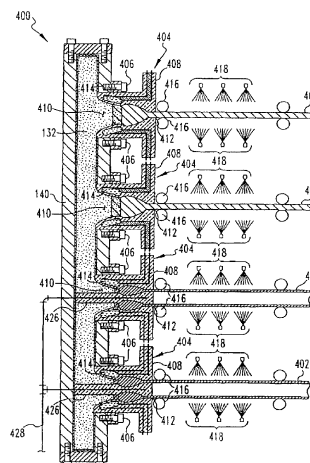
[54] 发明名称

熔融金属供给系统、操作方法和用于形成连续  
金属制品的方法

[57] 摘要

本发明提供一种熔融金属供给系统 (90)，熔融金属供给系统 (90) 包括多个注射器 (100)，各注射器具有注射器壳体 (102) 和往复活塞 (104)。熔融金属供给源 (132) 与各注射器 (100) 的壳体 (102) 流通。活塞 (104) 可移动通过使来自于熔融金属供给源 (132) 的熔融金属 (134) 被接收在壳体 (102) 中的第一冲程和使熔融金属 (134) 从壳体 (102) 中排出的第二冲程。加压气体供给源 (144) 通过各气体控制阀 (146) 与各注射器 (100) 的壳体 (102) 流通。熔融金属供给系统 (90) 与输出歧管 (140) 流通，输出歧管 (140) 具有多个输出压模 (404)，可用于形成连续的金属制品，诸如杆、棒、锭和连续板。还提供了该系统的操作方法和形成长度不限的连续金属制

品的方法。



1. 一种熔融金属供给系统，包括一个注射器，所述的注射器包括：用于容纳熔融金属的注射器壳体；能够在壳体内往复操作的活塞，活塞可移动通过使来自于熔融金属供给源的熔融金属被接收在壳体中的返回冲程和使熔融金属从壳体排出到下游工艺的排出冲程，活塞具有用于将熔融金属从壳体排出的活塞头，

所述的熔融金属系统还包括通过气体控制阀与壳体流通的气体供给源；

其特征在于，在活塞的返回冲程中，在活塞头和熔融金属之间形成一定空间，并且可操作气体控制阀以利用来自于气体供给源的气体充填所述空间，并且在活塞的排出冲程中，可操作气体控制阀以防止气体从被气体充填的空间排出以使在所述被气体充填的空间中的气体在活塞头和被接收在壳体中的熔融金属之间被压缩并且将熔融金属在活塞头的前面从壳体排出。

2. 如权利要求 1 所述的熔融金属供给系统，其特征在于，所述活塞包括活塞杆，所述活塞杆具有第一端和第二端，并且所述第一端与活塞头相连，而第二端与用于驱动活塞通过返回冲程和排出冲程的驱动器相连。

3. 如权利要求 2 所述的熔融金属供给系统，其特征在于，所述活塞杆的第二端通过自对准连接与所述驱动器相连。

4. 如权利要求 2 所述的熔融金属供给系统，其特征在于，还包括位于活塞杆周围的环形压力密封件以在活塞杆和壳体之间提供基本上气密密封。

5. 如权利要求 4 所述的熔融金属供给系统，其特征在于，还包括位于壳体周围基本上与压力密封件重合的冷却水套，以对压力密封件进行冷却。

6. 如权利要求 2 所述的熔融金属供给系统，其特征在于，所述活塞杆的第一端通过隔热阻挡件与活塞头相连。

7. 如权利要求 2 所述的熔融金属供给系统, 其特征在于, 所述活塞杆具有中心孔, 并且所述中心孔与冷却水入口和出口流通以将冷却水供给到活塞杆中的中心孔。

8. 如权利要求 1 所述的熔融金属供给系统, 其特征在于, 所述壳体包括由从包含耐火材料和石墨的组中选择材料制成的衬。

9. 如权利要求 1 所述的熔融金属供给系统, 其特征在于, 所述注射器包括与壳体相连的注射端口以将从壳体排出的熔融金属注射到下游的工艺中。

10. 一种操作用于熔融金属供给系统的注射器的方法, 所述注射器包括:

用于容纳熔融金属的注射器壳体和能够在壳体内往复操作的活塞, 活塞可移动通过返回冲程和排出冲程, 活塞具有位于壳体内的活塞头, 壳体与熔融金属供给源和气体供给源流通,

所述方法包括下列步骤:

在活塞的返回冲程中, 将来自于熔融金属供给源的熔融金属接收在壳体中, 活塞头与流入壳体中的熔融金属限定一个空间;

在活塞的返回冲程中, 利用来自于气体供给源的气体充填所述空间; 以及

在活塞的排出冲程中, 压缩在活塞头和被接收在壳体中的熔融金属之间的被气体充填的空间中的气体以在压缩气体的前方将熔融金属从壳体排出到下游工艺。

11. 如权利要求 10 所述的方法, 其特征在于, 还包括当活塞到达排出冲程的终点处时将在被气体充填的空间中的气体排出基本上达到大气压力。

12. 如权利要求 10 所述的方法, 其特征在于, 还包括在压缩在被气体充填的空间中的气体的步骤之后使活塞在壳体中移动通过部分返回冲程以部分释放在压缩气体充填的空间中的压力的步骤。

13. 如权利要求 12 所述的方法, 其特征在于, 还包括当活塞在壳体中到达部分返回冲程的终点处时将在被气体充填的空间中的气体

排出达到大气压力的步骤。

14. 一种熔融金属供给系统，包括：

熔融金属供给源；

多个熔融金属注射器，每一个注射器包括：

用于容纳熔融金属且与熔融金属供给源流体连通的注射器壳体；以及

能够在壳体内往复操作的活塞，活塞可移动通过使来自于熔融金属供给源的熔融金属被接收在壳体中的返回冲程和使熔融金属从壳体排出到下游工艺的排出冲程，活塞具有用于将熔融金属从壳体排出的活塞头；以及

通过相应的气体控制阀与每一个注射器的壳体流通的气体供给源；

其特征在于，在每一个注射器的活塞的返回冲程中，在活塞头和熔融金属之间形成一定空间，并且可操作相应的气体控制阀以利用来自于气体供给源的气体充填所述空间，并且在每一个注射器的活塞的排出冲程中，可操作相应的气体控制阀以防止气体从被气体充填的空间排出以使在所述被气体充填的空间中的气体在活塞头和被接收在壳体中的熔融金属之间被压缩并且将熔融金属在活塞头的前面从壳体排出。

15. 如权利要求 14 所述的系统，其特征在于，还包括与每一个注射器相连的控制单元，所述控制单元构造成用于独立地驱动所述注射器以为下游工艺提供基本上不变的熔融金属流速和压力。

16. 如权利要求 15 所述的系统，其特征在于，所述控制单元构造成用于控制注射器以使至少一个活塞移动通过其排出冲程，而使其余的活塞移动通过它们的返回冲程以为下游工艺提供基本上不变的熔融金属流和压力。

17. 如权利要求 15 所述的系统，其特征在于，每一个注射器的活塞与相应的用于驱动活塞通过返回冲程和排出冲程的驱动器相连，并且所述控制单元与各个驱动器和注射器的气体控制阀相连以控制所

述驱动器和气体控制阀的操作。

18. 如权利要求 14 所述的系统, 其特征在于, 所述每一个注射器的活塞包括活塞杆, 所述活塞杆具有第一端和第二端, 并且所述第一端与活塞头相连, 而第二端与用于驱动活塞通过返回冲程和排出冲程的驱动器相连。

19. 如权利要求 18 所述的系统, 其特征在于, 还包括位于每一个注射器的活塞杆周围的环形压力密封件以为每一个注射器在活塞杆和壳体之间提供基本上气密密封。

20. 如权利要求 19 所述的系统, 其特征在于, 还包括位于每一个注射器的壳体周围且基本上与压力密封件重合的冷却水套, 以对压力密封件进行冷却。

21. 如权利要求 18 所述的系统, 其特征在于, 所述每一个注射器的活塞杆的第一端通过隔热阻挡件与活塞头相连。

22. 如权利要求 18 所述的系统, 其特征在于, 所述每一个注射器的活塞杆具有中心孔, 并且所述中心孔与冷却水入口和出口流通以将冷却水供给到中心孔。

23. 如权利要求 14 所述的系统, 其特征在于, 所述熔融金属供给源容纳从包含铝、镁、铜、黄铜、铁及其合金的组中选择的金属。

24. 如权利要求 14 所述的系统, 其特征在于, 所述气体供给源是从包含氮、氦、氩、压缩空气和二氧化碳组中选择的气体。

25. 如权利要求 14 所述的系统, 其特征在于, 所述每一个注射器包括与壳体相连的注射端口以将从壳体排出的熔融金属注射到下游的工艺中。

26. 一种操作熔融金属供给系统以便能够以基本上不变的熔融金属流速和压力将熔融金属供给到下游工艺的方法, 所述系统包括:

熔融金属供给源;

多个注射器, 每一个注射器包括: 用于容纳熔融金属并且与熔融金属供给源流通的注射器壳体, 以及能够在壳体内往复操作的活塞, 活塞可移动通过返回冲程和排出冲程, 活塞具有活塞头; 以及

与每一个注射器的壳体流通的气体供给源,所述方法包括下列步骤:

驱动所述注射器以使活塞移动通过它们的返回冲程和排出冲程,从而为下游工艺提供不变的熔融金属流速和压力;

在活塞的每一个相应的返回冲程中,在活塞头和被接收在壳体中的熔融金属之间形成一定空间,

在活塞的每一个相应的返回冲程中,利用来自于气体供给源的气体充填所述空间; 以及

在活塞的每一个相应的排出冲程中,压缩在活塞头和被接收在每一个注射器的壳体中的熔融金属之间形成的被气体充填的空间中的气体使得在被气体充填的空间中的压缩气体的前面从注射器壳体排出熔融金属。

27. 如权利要求 26 所述的方法,其特征在于,至少一个活塞移动通过其排出冲程,而使其余的活塞移动通过它们的返回冲程以为下游工艺提供基本上不变的熔融金属流和压力。

28. 如权利要求 26 所述的方法,其特征在于,还包括当活塞分别到达排出冲程的终点处时将在被气体充填的空间中的气体排出基本上达到大气压力。

29. 如权利要求 28 所述的方法,其特征在于,还包括在压缩在被气体充填的空间中的气体的步骤之后分别使活塞在它们各自的壳体中移动通过部分返回冲程以部分释放在被压缩气体充填的空间中的压力的步骤。

30. 如权利要求 29 所述的方法,其特征在于,还包括当活塞分别在壳体中到达部分返回冲程的终点处时分别将在被气体充填的空间中的气体排出达到大气压力。

31. 一种用于形成长度不限的连续金属制品的方法,包括下列步骤:

提供一个熔融金属注射器,该注射器具有注射器壳体和能够在壳体内往复操作的活塞,所述注射器与熔融金属供给源和输出压模流通,

并且注射器的活塞可移动通过返回冲程和排出冲程，在返回冲程中，来自于熔融金属供给源的熔融金属被接收在壳体中，在排出冲程中，在操作期间注射器在压力下将熔融金属连续提供到连接在输出压模的输出导管，其中所述输出压模被构造成能够使熔融金属冷却和凝固并形成长度不限的连续金属制品；

驱动所述注射器以使活塞移动通过多个返回冲程和排出冲程，从而为输出压模提供连续的基本上不变的熔融金属流速和压力；

使输出压模中的熔融金属冷却以形成半固态金属；

使输出压模中半固态金属凝固以形成具有铸态结构的凝固金属；  
以及

通过输出压模孔排出凝固金属以形成金属制品。

32. 如权利要求 31 所述的方法，其特征在于，所述方法还包括在通过压模孔排出凝固金属的步骤之前加工凝固的金属以在凝固的金属中形成一种加工后组织的步骤。

33. 如权利要求 32 所述的方法，其特征在于，在压模孔的上游的发散-收敛腔室中执行所述加工凝固金属的步骤。

34. 如权利要求 32 所述的方法，其特征在于，输出压模包括与压模孔相通的并且用于将金属输送到压模孔的输出压模通道，压模孔具有比压模通道小的横截面积，利用使凝固金属通过较小横截面积的压模孔排出来执行加工凝固的金属的步骤。

35. 如权利要求 34 所述的方法，其特征在于，所述方法还包括通过具有压模孔的第二输出压模排出凝固金属的步骤，第二输出压模位于第一输出压模的下游。

36. 如权利要求 35 所述的方法，其特征在于，第二压模孔具有小于第一压模孔的横截面积，所述方法还包括利用使凝固金属通过第二压模孔排出来对凝固金属进一步加工以形成加工后组织的步骤。

37. 如权利要求 31 所述的方法，其特征在于，所述压模孔具有相对于通过模孔的中心轴线对称的横截面，用于形成具有对称横截面的金属制品。

38. 如权利要求 31 所述的方法, 其特征在于, 所述压模孔构造成用于形成圆形横截面的金属制品。

39. 如权利要求 31 所述的方法, 其特征在于, 所述压模孔构造成用于成多边形横截面的金属制品的形式。

40. 如权利要求 31 所述的方法, 其特征在于, 所述压模孔构造成用于形成环形横截面的金属制品。

41. 如权利要求 31 所述的方法, 其特征在于, 所述压模孔具有不对称的横截面, 用于形成具有不对称横截面的金属制品。

42. 如权利要求 31 所述的方法, 其特征在于, 还包括多个辊, 该多个辊在压模孔下游接触所形成的金属制品, 所述方法还包括通过辊和金属制品之间的摩擦接触为多个注射器提供背压的步骤。

43. 如权利要求 42 所述的方法, 其特征在于, 压模孔被构造成用于形成连续板。

44. 如权利要求 43 所述的方法, 其特征在于, 该方法还包括利用辊对形成连续板的凝固金属进一步加工以产生加工后组织的步骤。

45. 如权利要求 32 所述的方法, 其特征在于, 所述输出压模包括与压模孔相通的并且用于将金属输送到压模孔的输出压模通道, 压模通道具有比相应的压模孔小的横截面积, 利用使凝固金属从较小横截面积的压模通道排出到较大横截面积的压模孔中来执行加工凝固的金属的步骤。

46. 如权利要求 45 所述的方法, 其特征在于, 还包括多个辊, 该多个辊在压模孔下游接触所形成的金属制品, 所述方法还包括通过辊和金属制品之间的摩擦接触为多个注射器提供背压的步骤。

47. 如权利要求 46 所述的方法, 其特征在于, 压模孔被构造成用于形成连续锭。

48. 如权利要求 47 所述的方法, 其特征在于, 所述方法还包括利用辊对形成连续锭的凝固金属进一步加工以产生加工后组织的步骤。

## 熔融金属供给系统、操作方法和用于 形成连续金属制品的方法

### 技术领域

本发明涉及一种熔融金属供给系统，操作熔融金属供给系统的方法和用于形成长度不限的连续金属制品的方法。

### 背景技术

被称为挤压成形的金属加工工艺包括通过具有预定构形的压模开口对金属料（锭料或者坯料）加压以形成具有较长长度并且基本上不变的横截面的形状。例如，在铝合金的挤压成形过程中，铝料被预热到适合的挤压温度。接着将铝料放入加热的筒体中。用于挤压成形工艺的筒体包括在一端处具有所需形状的压模开口和横截面尺寸与筒体的孔基本相同的往复活塞或者冲压头。活塞或者冲压头移动压靠铝料以挤压铝料。压模中的开口是铝料在压力下的最小阻力路径。所述铝料变形和流过压模开口以生产具有横截面形状与压模开口相同的挤压产品。

参见图 1，上述挤压成形工艺用附图标记 10 表示，并且通常由几个谨慎和不连续的操作构成，包括：熔化 20、浇铸 30、均质化 40、（非强制性的）锯切 50、再加热 60 以及最后为挤压 70。铝料在高温下被浇铸并且通常被冷却到室温。由于铝料被浇铸，因此结构中具有一定的不均质性并且铝料被加热以使浇铸金属均质化。在均质化步骤后，铝料被冷却到室温。在冷却后，均质的铝料在炉中被再加热到被称为预热温度的高温。本领域技术人员应该理解的是，对于一系列坯料中每一个需要被挤压的坯料来说，预热温度基本上是相同的并且基于经验。在铝料达到预热温度后，准备将其放在挤压机中并且被挤压。

所有上述步骤涉及铸造和挤压领域的技术人员公知技术。上述步骤中每一个涉及需要挤压金属的冶金控制。这些步骤的费用消耗是非常大，每次从室温对金属料再加热而导致能量消耗。还存在与金属料切边的需要相关的生产中回收的成本、与处理库存相关的劳动力成本以及挤压设备的资本费用和操作成本。

在现有技术中，已经对于设计一种能够直接利用熔融金属操作的挤压设备进行了尝试。授权给 Lindemann 的美国专利 US 3, 328, 994 披露了这样一个示例。Lindemann 的专利披露了一种用于通过挤压喷嘴挤压金属以形成实心杆的设备。所述设备包括用于容纳熔融金属供给源的容器和位于容器出口处的挤压模（即，挤压喷嘴）。导管从容器的底部开口通向挤压喷嘴。加热腔室位于从容器的底部开口通向挤压喷嘴的导管中并且用于加热通向挤压喷嘴的熔融金属。冷却腔室包围挤压喷嘴以便当熔融金属通过挤压喷嘴时使熔融金属冷却和凝固。容器被加压以迫使容纳在容器中的熔融金属通过输出导管、加热腔室并且最后通过挤压喷嘴。

授权给 Kreidler 的美国专利 US 4, 075, 881 披露了一种利用成形工具和模具通过挤压成形直接将熔融金属制造成杆、管和异型制品的方法和设备。熔融金属以连续批的形式被装到该设备的接收间隔腔室中，所述熔融金属被冷却以被转变为一种热塑性状态。连续批形成了层挨层的结构以形成条或者其他类似的制品。

都授权给 Eibe 的美国专利 US 4, 774, 997 和 US 4, 718, 476 披露了一种用于熔融金属连续挤压浇铸的设备和方法。在由 Eibe 的专利所披露的设备中，熔融金属被容纳在一个压力容器中，所述压力容器可利用空气或者诸如氩气的惰性气体加压。当压力容器被加压时，迫使容纳在其中的熔融金属通过挤压模组件。所述挤压模组件包括与下游精压模流通的模型。喷嘴处于这样的位置，即，能够在模型的外侧上喷水以使通过其中的熔融金属冷却和凝固。接着迫使冷却和凝固

的金属通过精压模。在离开精压模后，挤压的金属以金属带的形式在 一对压辊之间通过并且在被卷绕在卷曲机之前被进一步冷却。

## 发明内容

本发明的一个目的是提供一种用于以基本上恒定的工作压力和 流速将熔融金属供给到下游金属加工或者成形工艺的熔融金属供给系 统及操作该系统的方法。本发明的另一个目的是提供一种形成长度不 限的连续金属制品的方法。

为实现本发明的上述目的，本发明提供了一种熔融金属供给系 统，包括一个注射器，所述的注射器包括：用于容纳熔融金属的注射 器壳体；能够在壳体内往复操作的活塞，活塞可移动通过使来自于熔 融金属供给源的熔融金属被接收在壳体中的返回冲程和使熔融金属从 壳体排出到下游工艺的排出冲程，活塞具有用于将熔融金属从壳体排 出的活塞头，

所述的熔融金属系统还包括通过气体控制阀与壳体流通的气体 供给源；

其特征在于，在活塞的返回冲程中，在活塞头和熔融金属之间形 成一定空间，并且可操作气体控制阀以利用来自于气体供给源的气体 充填所述空间，并且在活塞的排出冲程中，可操作气体控制阀以防止 气体从被气体充填的空间排出以使在所述被气体充填的空间中的气体 在活塞头和被接收在壳体中的熔融金属之间被压缩并且将熔融金属在 活塞头的前面从壳体排出。

为实现本发明的上述目的，本发明还提供了一种操作用于熔融金 属供给系统的注射器的方法，所述注射器包括：

用于容纳熔融金属的注射器壳体和能够在壳体内往复操作的活 塞，活塞可移动通过返回冲程和排出冲程，活塞具有位于壳体内的活 塞头，壳体与熔融金属供给源和气体供给源流通，

所述方法包括下列步骤：

在活塞的返回冲程中，将来自于熔融金属供给源的熔融金属接收在壳体中，活塞头与流入壳体中的熔融金属限定一个空间；

在活塞的返回冲程中，利用来自于气体供给源的气体充填所述空间；以及

在活塞的排出冲程中，压缩在活塞头和被接收在壳体中的熔融金属之间的被气体充填的空间中的气体以在压缩气体的前方将熔融金属从壳体排出到下游工艺。

为实现本发明的上述目的，本发明还提供了一种熔融金属供给系统，包括：

熔融金属供给源；

多个熔融金属注射器，每一个注射器包括：

用于容纳熔融金属且与熔融金属供给源流体连通的注射器壳体；以及

能够在壳体内往复操作的活塞，活塞可移动通过使来自于熔融金属供给源的熔融金属被接收在壳体中的返回冲程和使熔融金属从壳体排出到下游工艺的排出冲程，活塞具有用于将熔融金属从壳体排出的活塞头；以及

通过相应的气体控制阀与每一个注射器的壳体流通的气体供给源；

其特征在于，在每一个注射器的活塞的返回冲程中，在活塞头和熔融金属之间形成一定空间，并且可操作相应的气体控制阀以利用来自于气体供给源的气体充填所述空间，并且在每一个注射器的活塞的排出冲程中，可操作相应的气体控制阀以防止气体从被气体充填的空间排出以使在所述被气体充填的空间中的气体在活塞头和被接收在壳体中的熔融金属之间被压缩并且将熔融金属在活塞头的前面从壳体排出。

为实现本发明的上述目的，本发明还提供了一种操作熔融金属供

给系统以便能够以基本上不变的熔融金属流速和压力将熔融金属供给到下游工艺的方法，所述系统包括：

熔融金属供给源；

多个注射器，每一个注射器包括：用于容纳熔融金属并且与熔融金属供给源流通的注射器壳体，以及能够在壳体内往复操作的活塞，活塞可移动通过返回冲程和排出冲程，活塞具有活塞头；以及

与每一个注射器的壳体流通的气体供给源，所述方法包括下列步骤：

驱动所述注射器以使活塞移动通过它们的返回冲程和排出冲程，从而为下游工艺提供不变的熔融金属流速和压力；

在活塞的每一个相应的返回冲程中，在活塞头和被接收在壳体中的熔融金属之间形成一定空间，

在活塞的每一个相应的返回冲程中，利用来自于气体供给源的气体充填所述空间；以及

在活塞的每一个相应的排出冲程中，压缩在活塞头和被接收在每一个注射器的壳体中的熔融金属之间形成的被气体充填的空间中的气体使得在被气体充填的空间中的压缩气体的前面从注射器壳体排出熔融金属。

为实现本发明的上述目的，本发明还提供了一种用于形成长度不限的连续金属制品的方法，包括下列步骤：

提供一个熔融金属注射器，该注射器具有注射器壳体和能够在壳体内往复操作的活塞，所述注射器与熔融金属供给源和输出压模流通，并且注射器的活塞可移动通过返回冲程和排出冲程，在返回冲程中，来自于熔融金属供给源的熔融金属被接收在壳体中，在排出冲程中，在操作期间注射器在压力下将熔融金属连续提供到连接在输出压模的输出导管，其中所述输出压模被构造成能够使熔融金属冷却和凝固并形成长度不限的连续金属制品；

驱动所述注射器以使活塞移动通过多个返回冲程和排出冲程，从而为输出压模提供连续的基本上不变的熔融金属流速和压力；

使输出压模中的熔融金属冷却以形成半固态金属；

使输出压模中半固态金属凝固以形成具有铸态结构的凝固金属；  
以及

通过输出压模孔排出凝固金属以形成金属制品。

#### 附图说明

从下面结合附图的详细描述中可以明显地看出本发明的其他细节和优点，在附图中相同的部件用相同的附图标记表示。

图 1 是现有技术中所涉及的挤压工艺的示意图；

图 2 是本发明第一实施例所涉及的一种熔融金属供给系统的截面图，其中所述熔融金属供给系统包括熔融金属供给源、多个熔融金属注射器和输出歧管；

图 3 是图 2 中所示的熔融金属供给系统的一个注射器的截面图，其中所示的注射器在排出冲程的起点；

图 4 是图 3 中所示的注射器的截面图，其中所示的注射器在返回冲程的起点；

图 5 是表示关于图 3 和图 4 中所示的注射器的一个注射循环的活塞位置与时间关系的图表；

图 6 是用于图 3 和图 4 中所示的注射器的另一种气体供给和排出布置形式；

图 7 是表示关于图 2 中所示的熔融金属供给系统的多个注射器的活塞位置与时间关系的图表；

图 8 是本发明第二实施例所涉及的一种熔融金属供给系统的截面图，其中所述熔融金属供给系统包括熔融金属供给源、多个熔融金属注射器和输出歧管；

图 9 是用于图 2 和图 8 中所示的熔融金属供给系统中的输出歧管

的截面图，其中示出了用于将熔融金属供给到一个示例性下游工艺的输出歧管；

图 10 是本发明所涉及的用于形成多个长度不限的连续金属制品的设备的平面截面图，其中包含了图 8 和图 9 中所示的歧管；

图 11a 是适于形成实心横截面的金属制品的输出压模的截面图；

图 11b 是利用图 11a 的输出压模形成的实心横截面的金属制品的截面图；

图 12a 是适于形成环形横截面的金属制品的输出压模的截面图；

图 12b 是利用图 12a 的输出压模形成的环形横截面的金属制品的截面图；

图 13 是图 10 中所示的输出压模的第三实施例的截面图；

图 14 是沿着图 13 中的 14-14 线所得到的截面图；

图 15 是沿着图 13 中的 15-15 线所得到的截面图；

图 16 是图 13 中所示的输出压模的前端视图；

图 17 是与图 10 中所示的设备结合使用的输出压模的截面图，其中图 10 中所示设备具有与其相连的第二输出压模以进一步减小金属制品的横截面积；

图 18 是适于形成本发明所涉及的连续金属板的输出压模的截面图；

图 19 是适于形成本发明所涉及的连续金属锭的输出压模的截面图；

图 20 是利用图 18 所示的输出压模形成的金属板的透视图；

图 21a 是利用图 19 所示的输出压模形成的金属锭的透视图，其中所示金属锭具有多边形的横截面；

图 21b 是利用图 19 所示的输出压模形成的金属锭的透视图，其中所示金属锭具有圆形的横截面；

图 22 是适于形成长度不限的连续金属 I 字梁的输出压模孔的截面图；

图 23 是适于形成长度不限的连续异型杆的输出压模孔的截面图；

图 24 是适于形成长度不限的具有正方形中央开口的连续圆形金属制品的输出压模孔的截面图；以及

图 25 是适于形成长度不限的具有正方形中央开口的正方形金属制品的输出压模孔的截面图。

#### 具体实施方式

本发明涉及包含至少两个（即，多个）熔融金属注射器的熔融金属供给系统。该熔融金属供给系统可用于将熔融金属供给到下游金属加工或者金属成形设备或者工艺。特别是，该熔融金属供给系统用于以基本上不变的流速和压力将熔融金属供给到这样的下游金属加工或者金属成形设备或者工艺，诸如加压成形、锻造和轧制。其他等同的下游工艺也在本发明的保护范围内。

参见图 2-4，本发明所涉及的熔融金属供给系统 90 包括多个熔融金属注射器 100，为了清楚起见，分别用“a”、“b”、“c”和“d”表示这些注射器。图 2 中所示的三个注射器 100a、100b、100c 是本发明的示例，并且熔融金属供给系统 90 所需的注射器 100 的最小数量如上所述是两个。注射器 100a、100b、100c 是相同的并且为了清楚起见，下面仅相对于单个注射器“100”描述它们的部件。

注射器 100 包括用于在将熔融金属注射到下游设备或者工艺之前容纳熔融金属的壳体 102。活塞 104 向下延伸到壳体 102 中并且可在壳体 102 内往复操作。壳体 102 和活塞 104 最好是圆柱形的。活塞 104 包括活塞杆 106 和与活塞杆 106 相连的活塞头 108。活塞杆 106 具有第一端 110 和第二端 112。活塞头 108 与活塞杆 106 的第一端 110 相连。活塞杆 106 的第二端 112 与液压驱动器或者冲压头 114 接合以驱动活塞 104 实现其往复移动。活塞杆 106 的第二端 112 通过自对准接合件 116 与液压驱动器 114 接合。在活塞 104 的往复移动期间，活塞头 108 最好保持完全位于壳体 102 内。活塞头 108 可与活塞杆 106 整体形成或者单独形成的。

活塞杆106的第一端110通过隔热阻挡件118与活塞头108相连,隔热阻挡件118可由zinconia或者类似的材料制成。环形压力密封件120位于活塞杆106周围并且包括在壳体102内延伸的部分121。环形压力密封件120在活塞杆106和壳体102之间提供基本上气密密封。

由于与注射器100结合使用的熔融金属的高温,最好利用一种冷却介质,诸如水对注射器100进行冷却。例如,活塞杆106可具有中央孔122。中央孔122通过输入导管124和输出导管126与冷却水源(未示出)流通,利用输入导管124和输出导管126能够使冷却水通过活塞杆106的内部。类似地,可利用围绕壳体102延伸并且位置与压力密封件120基本重合的冷却水套128对环形压力密封件120进行冷却。注射器100a、100b、100c可与单个冷却水源共同连接。

本发明所涉及的注射器100a、100b、100c最好适于与具有低熔点的熔融金属结合使用,诸如铝、镁、铜、黄铜、包括上述金属的合金以及其他类似的金属。本发明还预见到,注射器100a、100b、100c可与含铁金属结合使用,可单独使用或者与上述金属结合使用。因此,用于每一个注射器100a、100b、100c的壳体102、活塞杆106和活塞头108是由适于与熔融铝和熔融铝合金以及上述其他金属或者金属合金结合使用的抗高温金属合金制成的。活塞头108也可由耐火材料或者石墨制成的。壳体102的内表面上具有衬130。所述衬130可由耐火材料或者石墨或者其他适于与熔融铝和熔融铝合金以及上述其他金属或者金属合金结合使用的材料制成的。

活塞104通常可移动通过使熔融金属被接收在壳体102中的返回冲程和将熔融金属从壳体102排出的排出冲程。图3示出了处于即将开始排出冲程之前(或在返回冲程的终点时)的一个点处的活塞104以将熔融金属从壳体102排出。相反,图4示出了在排出冲程的终点处时(或者在返回冲程的起点处时)的活塞104。

熔融金属供给系统90还包括用于保持将熔融金属134供给到每一个注射器100a、100b、100c的壳体102的备用供给的熔融金属供给源132。熔融金属供给源132可容纳上述任何一种金属或者金属合金。

注射器100还包括第一阀136。注射器100通过第一阀136与熔融金属供给源132流通。特别是，注射器100的壳体102通过第一阀136与熔融金属供给源132流通，第一阀136最好是一种能够在活塞104的排出冲程中防止熔融金属134回流到熔融金属供给源132的止回阀。这样，在活塞104的排出冲程中，第一止回阀136使得熔融金属134流到壳体102。

注射器100还包括进入/注入端口138。第一止回阀136最好位于进入/注入端口138（下面称为“端口138”）中，端口138与壳体102的下端相连。端口138可通过本领域公知的任何方式与壳体102的下端固定连接或者与壳体整体形成。

熔融金属供给系统90还包括用于将熔融金属134供给到下游设备或者工艺的输出歧管140。注射器100a、100b、100c分别与输出歧管140流通。特别是，每一个注射器100a、100b、100c的端口138用作进入每一个注射器100a、100b、100c的入口或者进口，并且还用于将从每一个注射器100a、100b、100c的壳体102排出的熔融金属134分配（即，注射）到输出歧管140。

注射器100还包括第二止回阀142，第二止回阀142最好位于端口138中。第二止回阀142类似于第一止回阀136，但现在被设置成能够提供用于使接收在注射器100的壳体102中的熔融金属134从壳体102排出并且进入输出歧管140和最后下游工艺的输出导管的形式。

熔融金属供给系统90还包括与每一个注射器100a、100b、100c流通的加压气体供给源144。气体供给源144可是一个惰性气体源，诸如氮、氦或者氩、压缩空气源或者二氧化碳。特别是，每一个注射器100a、100b、100c的壳体102通过各自的气体控制阀146a、146b、146c与气体供给源144流通。

气体供给源144最好是与每一个注射器100a、100b、100c的壳体102相连的公共源。提供气体供给源144以在每一个注射器100a、100b、100c的活塞104的返回冲程中对形成在活塞头108和流入到壳体102中的熔融金属134之间的空间加压（下面将对其进行详细描述）。在活塞104在壳体102内往复移动过程中，形成活塞头108和熔融金属134之间的空

间，示出在附图3中，并且如图3中所示，对于示例性注射器100，用附图标记148表示该空间。

为了使气体从气体供给源144流到形成在活塞头108和熔融金属134之间的空间148，活塞108具有略小于壳体102内径的外径。因此，在注射器100a、100b、100c的操作过程中，活塞头108和壳体102之间几乎没有磨损。气体控制阀146a、146b、146c适于对形成在活塞头108和熔融金属134之间的空间148加压以及在活塞104的每一个排出冲程的终点处使空间148排气以达到大气压力。例如，气体控制阀146a、146b、146c分别具有单一阀体，所述阀体具有两个独立控制端口，如这里所述的，一个用于使空间148“排气”，第二个用于使空间148“加压”。可利用单个多位置装置驱动独立的排气和加压端口，所述单个多位置装置可被远程控制。或者，气体控制阀146a、146b、146c可在每一种情况下被两个独立控制的阀替代，诸如排气阀和气体供给阀，如这里结合图6所述的。任何一种设置形式都是优选的。

熔融金属供给系统90还包括与每一个注射器100a、100b、100c的壳体102相连的相应的传感器149a、149b、149c，传感器149a、149b、149c用于在注射器100a、100b、100c的操作过程中监测空间148中的压力。

注射器100还可包括位于空间148中的浮动式隔热阻挡件150以在活塞104的往复移动过程中使活塞头108与接收在壳体102中的熔融金属134隔开并且避免直接与熔融金属134接触。隔热阻挡件150在注射器100的操作过程中在壳体102内浮动，但通常保持与接收在壳体102中的熔融金属134接触。隔热阻挡件150例如可由石墨或者适于与熔融铝或者铝合金结合使用的等同材料制成。

熔融金属供给系统90还包括用于独立控制注射器100a、100b、100c的控制单元160，诸如可编程计算机(PC)或者可编程逻辑控制器(PLC)。提供控制单元160以控制注射器100a、100b、100c，特别用于控制每一个注射器100a、100b、100c的活塞104的移动以及气体控制阀146a、146b、146c的操作，无论气体控制阀是以单个阀的形式或者是以多个

阀的形式提供的。因此，可在熔融金属供给系统90内控制注射器100a、100b、100c的各个注射循环，如这里进一步描述的。

“中央”控制单元160与每一个注射器100a、100b、100c的液压驱动器114和气体控制阀146a、146b、146c相连以控制每一个注射器100a、100b、100c的液压驱动器114的程序和操作以及气体控制阀146a、146b、146c的操作。与每一个注射器100a、100b、100c的壳体102相连的压力传感器149a、149b、149c用于为控制单元160提供各个输入信号。一般地，利用控制单元160驱动液压驱动器114以控制每一个注射器100a、100b、100c的活塞104的移动和用于注射器100a、100b、100c的相应的气体控制阀146a、146b、146c的操作，从而使注射器100a、100b、100c中的至少一个的活塞104总是移动通过其排出冲程以便以基本上不变流速和压力连续地将熔融金属134输送到输出歧管140。其余的注射器100a、100b、100c的活塞104处于回复模式，其中活塞104移动通过它们的返回冲程或者完成它们的排出冲程。这样，如上所述，注射器100a、100b、100c中至少一个总是处于“工作”状态，为输出歧管140提供熔融金属134，而其余的注射器100a、100b、100c的活塞104回复并且移动通过它们的返回冲程（或者完成它们的排出冲程）。

参见图3-5，现对包含在图2中所示的熔融金属供给系统90中的注射器100a、100b、100c中的一个的操作进行描述。特别是，现将对一个注射器100在一个完整的注射循环（即，返回冲程和排出冲程）中的操作进行描述。图3示出了仅在活塞104在壳体102中开始排出冲程（即，向下）之前的点处的注射器100，即，刚完成其返回冲程。活塞头108和熔融金属134之间的空间148基本上被来自于气体供给源144的气体充满，来自于气体供给源144的气体通过气体控制阀146被供给。在活塞104在壳体102中往复移动过程中，可操作气体控制阀146以将来自于气体供给源144的气体供给到空间148（即，加压）、使空间148排气以达到大气压力以及在需要的情况下封闭气体充填空间148。

如上所述，在图3中，活塞104已在壳体102内完成其返回冲程并且准备开始一个排出冲程。气体控制阀146处于关闭位置，防止在气体充

填充空间148中的气体排出以达到大气压力。在图3中,活塞104在壳体102内的位置在图5中用点D表示。控制单元160发送一个信号给液压驱动器114以使活塞104开始向下移动通过其排出冲程。当活塞104在壳体102中向下移动时,在气体充填空间148中的气体在活塞头108和被接收在壳体102中的熔融金属134之间被就地压缩,大大减小其体积并且增加气体充填空间148中的压力。压力传感器149监测气体充填空间148中的压力并且将该信息作为一个工艺值输入供给到控制单元160。

当在气体充填空间148中的压力达到“临界”水平时,壳体102中的熔融金属134开始通过第二止回阀142流入到端口138中和从壳体102中流出。临界压力水平取决于熔融金属134将通过输出歧管140(如图2中所示)被送达的下游工艺。例如,输出歧管140可与金属挤压工艺或者金属轧制工艺相连。这些工艺将为注射器100提供大小不同的返回压力或者“背压”。注射器100在熔融金属134将开始从壳体102流出之前必须克服该背压。在注射器100处经历的背压值例如从一个下游挤压工艺到另一个也是变化的。这样,熔融金属134将开始从壳体102流动的临界压力取决于工艺并且对于其的确定也是本领域技术人员的技术。气体充填空间148中的压力是由压力传感器149连续监测的,压力传感器149用于识别熔融金属134开始从壳体102流动的临界压力。压力传感器149将该信息作为输入信号(即,工艺值输入)提供给控制单元160。

在活塞104的排出移动(即,当熔融金属134开始从壳体102流动时)中接近该点处,控制单元160基于从压力传感器149接收的输入信号,调节液压驱动器114的向下移动,液压驱动器114控制活塞104的向下移动(即,速度),最后调节熔融金属134通过端口138从壳体102排出到输出歧管140的流速。例如,控制单元160可根据在输出歧管140处所需的熔融金属流速和最后的下游工艺加快或者减慢液压驱动器114的向下移动。这样,利用液压驱动器114的控制能够控制熔融金属流到输出歧管140的流速。隔热阻挡件150和压缩气体充填空间148在活塞104的排出冲程中使活塞头108的端部与熔融金属134隔开并且避免其与熔融金属134直接接触。特别是,熔融金属134在浮动的隔热阻挡件150、压

缩气体充填空间148和活塞头108之前从壳体102排出。最后，活塞104到达下冲程或者排出冲程的终点，如图5中点E所示。在活塞104的排出冲程的终点处，气体充填空间148被紧密压缩并且可产生大于20,000psi的极高压力。

在活塞104到达排出冲程的终点（图5中的点E）后，活塞104也可在壳体102中向上移动通过短“复位”或者返回冲程。为了使活塞104移动通过复位冲程，控制单元160驱动液压驱动器114以使活塞104在壳体102中向上移动。活塞104在壳体102中向上移动一个短的“复位”距离到达图5中由点A所示的位置。图5中由虚线表示可选择的活塞104的短复位或者返回冲程。由于活塞104在壳体102内向上移动短的复位距离，因此增加了压缩气体充填空间148的体积，从而减小了气体充填空间148中的气体压力。如上所述，注射器100能够在气体充填空间148中产生大于20,000psi的极高压力。因此，可利用活塞104在壳体102中的短复位冲程作为在通过气体控制阀146对气体充填空间148排气以达到大气压力之前部分地释放气体充填空间148中的压力的安全装置。该装置能够当使气体充填空间148排气时保护壳体102、环形压力密封件120和气体控制阀146不受损害。另外，本领域技术人员应该理解的是，被压缩在气体充填空间148中的气体体积较小，因此即使较大的压力形成在气体充填空间148中，存在于压缩气体充填空间148中的存储能量值也是低的。

在点A处，利用控制单元160操作气体控制阀146使之处于一个打开或者排气位置以使气体充填空间148中的气体被排出达到大气压力或者被排出到气体回收系统（未示出）。如图5中所示，在气体控制阀146被操作所述排气位置之前，活塞104在壳体102中仅回缩一个短的复位冲程。接着，活塞104被操作（利用控制单元169通过液压驱动器114）以在壳体102内向下移动并且再次到达以前的排出冲程，在图5中用点B表示。如果复位冲程没有被遵循，那么气体充填空间148在点E处被排气达到大气压力（或者气体回收系统）并且活塞104可再次在壳体102内开始返回冲程，返回冲程也将在图5中点B处开始。

在点B处,利用控制单元160操作气体控制阀146使其从排气位置到关闭位置,并且活塞104在壳体102中开始返回冲程或者上冲程。利用液压驱动器114使活塞104移动通过返回冲程,由控制单元160为液压驱动器114发送信号以使活塞104开始在壳体102中向上移动。在活塞104的返回冲程中,熔融金属134从熔融金属供给源132流到壳体102中。特别是,当活塞104开始移动通过返回冲程时,活塞头108开始形成空间148,空间148目前基本上处于低于大气压力的压力下(即,真空)。这使得熔融金属134从熔融金属供给源132通过第一止回阀136进入壳体102。当活塞104在壳体102中继续向上移动时,熔融金属134继续流入到壳体102中。在活塞104的返回冲程中的一个特定点处,在图5中用点C表示,壳体102最后完全充满熔融金属134。点C也可是使预选量的熔融金属134被接收在壳体中的预选的点。但是,最好点C对应于活塞104的返回冲程中的使壳体102基本上充满熔融金属134的点。在点C处,利用控制单元160操作气体控制阀146使其到达一个使壳体102与气体供给源144流通的位置,利用诸如氩或者氮的气体对“真空”空间148加压,形成新的气体充填空间(即,“充填气体”)148。当气体充填空间148被加压时,活塞104在壳体102中持续向上移动。

在点D(即,活塞104的返回冲程的终点处)处,利用控制单元160操作气体控制阀146以使之到达关闭位置,防止气体进一步充填到形成在活塞头108和熔融金属134之间的气体充填空间148以及防止气体排出达到大气压力。控制单元160再次为液压驱动器114发送信号以使活塞104停止在壳体102中向上移动。如上所述,活塞104的返回冲程的终点在图5中由点D表示,并且可与活塞104在壳体102内的完全返回冲程位置(即,活塞104最大可能的向上移动)重合,但不是必须的。当活塞104到达返回冲程的终点时(即,图3中所示的活塞104的位置),活塞104可向下移动通过另一个排出冲程,并且图5中所示的注射循环再次开始。

本领域技术人员应该理解的是,用于上述注射循环中的气体控制阀146可需要注射器100的控制阀146的气体供给(即,加压)和排气功

能（即，端口）的适合的顺序和独立的驱动。本发明的其中气体供给（即，加压）和排气功能是由两个独立的阀执行的实施例也可能需要阀的顺序驱动。熔融金属供给系统90的其中气体控制阀146被注射器100中的两个独立的阀代替的实施例被示出在图6中。在图6中，利用分别用作气体供给阀和排气阀的两个独立的阀162、164执行气体供给和排气功能。

参照已经描述的注射器100a、100b、100c中的一个在一个完整的注射循环中的操作，现将结合图2-5和图8对熔融金属供给系统90的操作进行描述。熔融金属供给系统90通常适于顺序地或者逐次地操作注射器100a、100b、100c以使注射器100a、100b、100c中的至少一个被操作以将熔融金属134供给输出歧管140。特别是，熔融金属供给系统90适于操作注射器100a、100b、100c以使注射器100a、100b、100c中的至少一个的活塞104移动通过排出冲程而其余注射器100a、100b、100c的活塞104回复并且移动通过它们的返回冲程或者完成它们的排出冲程。

如图7中所示，每一个注射器100a、100b、100c分别顺序地遵循前面结合图5描述的相同的移动，但是以不同（即，“交错”）的时间开始它们的注射循环以使它们的输送冲程的算术平均值导致被提供给输出歧管140和最后下游工艺的恒定的熔融金属流速和压力。注射器100a、100b、100c的注射循环的算术平均值在图7中由虚线K表示。如上所述，控制单元160用于为注射器100a、100b、100c和气体控制阀146a、146b、146c的操作排序以使上述工艺自动操作。

在图7中，第一注射器100a在点Da处开始其向下移动，Da对应于等于零的时间（即， $t = 0$ ）。当第一注射器100a的活塞104以参照图5所述的方式遵循其排出冲程。在第一注射器100a的活塞104的排出冲程中，注射器100a通过其端口138将熔融金属134供给到输出歧管140。当第一注射器100a的活塞104靠近其排出冲程的终点的点Na处时，第二注射器100b的活塞104在点Nb处开始其排出冲程。第二注射器100b的活塞104以参照图5所述的方式遵循其排出冲程并且基本上接替将熔融金属

134供给到输出歧管140。如在图7中所示,第一和第二注射器100a、100b的活塞104的排出冲程在短的时间内重叠直至第一注射器100a的活塞104到达其排出冲程的终点(由点Ea表示)。

在第一注射器100a的活塞104到达点Ea(即,排出冲程的终点)后,可使第一注射器100a通过短复位冲程并执行前面参照图5所述的排气工序。接着,活塞104在开始其返回冲程之前返回排出冲程的终点(在点Ba处)。或者,可使第一注射器100a在点Ea处使气体充填空间148排气,并且其活塞104可以前面参照图5所述的方式在点Ba处开始返回冲程。

当第一注射器100a的活塞104移动通过其返回冲程时,第二注射器100b的活塞104移动到靠近排出冲程的终点的点Nb处。基本上与到达点Nb的第二注射器100b同时,第三注射器100c的活塞104在点Dc处开始移动通过其排出冲程。第一注射器100a同时继续其向上移动并且最好在点Ca处完全再次充满熔融金属134。第三注射器100c的活塞104以前面参照图5所述的方式遵循其排出冲程,并且第三注射器100c现基本上从第一和第二注射器100a、100b接替将熔融金属134供给到输出歧管140。但是,如在图7中所示,第二和第三注射器100b、100c的活塞104的排出冲程在短的时间内部分重叠直至第二注射器100b的活塞104到达其排出冲程的终点(由点Eb表示)。

在第二注射器100b的活塞104到达点Eb(即,排出冲程的终点)后,可使第二注射器100b通过短复位冲程并执行前面参照图5所述的排气工序。接着,活塞104在开始其返回冲程之前返回排出冲程的终点(在点Bb处)。或者,可使第二注射器100b在点Eb处使气体充填空间148排气,并且其活塞104可以前面参照图5所述的方式在点Bb处开始返回冲程。在第二注射器100b的活塞104的接近点Ab处,第一注射器100a基本上完全回复并且准备另一个排出冲程。这样,当第三注射器100c到达其排出冲程的终点时,第一注射器100a准备接替将熔融金属134供给到输出歧管140。

第一注射器100a在点Da处停留间歇期Sa直至第三注射器100c的活

塞104靠近其排出冲程的终点的点Nc处。第二注射器100b的活塞104同时移动通过其返回冲程并且第二注射器100b回复。在间歇期Sa后，第一注射器100a的活塞104开始另一个排出冲程以为输出歧管140提供连续熔融金属流。最后，第三注射器100c的活塞104达到其排出冲程的终点（在点Ec处）。

在第三注射器100c的活塞104到达点Ec（即，排出冲程的终点）处后，可使第三注射器100c通过短复位冲程并执行前面参照图5所述的排气工序。接着，活塞104在开始其返回冲程之前返回排出冲程的终点（在点Bc处）。或者，可使第三注射器100c在点Ec处使气体充填空间148排气，并且其活塞104可以前面参照图5所述的方式在点Bc处开始返回冲程。在点Ac处，第二注射器100b基本上完全回复并且准备接替将熔融金属134供给到输出歧管140。但是，使第二注射器100b处于间歇期Sb直至第三注射器100c的活塞104开始其返回冲程。在间歇期Sb中，第一注射器100a将熔融金属134供给到输出歧管140。当第一注射器100a的活塞104再次靠近其排出冲程的终点（点Na）使第三注射器100c处于类似的间歇期Sc。

概括地，如前面所述的，上述工艺是连续的并且是由控制单元160控制的。注射器100a、100b、100c分别由控制单元160驱动以顺序地或者逐次地移动通过它们的注射循环以使注射器100a、100b、100c中的至少一个将熔融金属134供给输出歧管140。这样，注射器100a、100b、100c的至少一个的活塞104移动通过其排出冲程，而注射器100a、100b、100c的其余的活塞104移动通过它们的返回冲程或者完成它们的排出冲程。

图8示出了本发明的熔融金属供给系统的第二实施例并且用附图标记190表示。图8中所示的熔融金属供给系统190与上述的熔融金属供给系统90类似，熔融金属供给系统190现在可被设置成利用液体介质操作而不是利用气体介质操作的形式。熔融金属供给系统190包括多个熔融金属注射器200，为了清楚起见，分别用“a”、“b”、“c”和“d”表示这些注射器。注射器200a、200b、200c与前面所述的注射器100a、

100b、100c类似，但是现在特别适于利用粘性液体源和加压介质操作。下面仅相对于单个注射器“200”描述注射器200a、200b、200c和它们的部件。

注射器200包括注射器壳体202和活塞204，活塞204向下延伸到壳体202中并且可在壳体202内往复操作。活塞204包括活塞杆206和活塞头208。活塞头208可利用本领域公知的方法与活塞杆206独立形成并且与其固定在一起，或者与活塞杆206整体形成。活塞杆206具有第一端210和第二端212。活塞头208与活塞杆206的第一端210相连。活塞杆206的第二端212与液压驱动器或者冲压头214接合以驱动活塞204实现其在壳体202内的往复移动。活塞杆206通过自对准接合件216与液压驱动器214接合。注射器200最好适于与铝和铝合金、以及前面参照注射器100描述的其他金属结合使用。因此，壳体202、活塞杆206和活塞头208可由前面参照注射器100的壳体102、活塞杆106和活塞头108描述的任何一种材料制成。活塞头208也可由耐火材料或者石墨制成的。

如上所述，注射器200与前面参照图3-图5所述的注射器100不同之处在于，注射器200特别适于使用液体介质作为粘性液体源和加压介质。为此，熔融金属供给系统190还包括位于每一个注射器200a、200b、200c的壳体202顶部上并与壳体202流通的液体腔室224。液体腔室224充有液体介质226。液体介质226最好是一种高粘度液体，诸如熔融盐。一种适用于液体介质的粘性液体是氧化硼。

如上述注射器100类似，注射器200的活塞204适于在壳体202内往复操作并且可移动通过使熔融金属被接收在壳体202中的返回冲程和将熔融金属从壳体202排出到下游工艺的排出冲程。但是，活塞204还适于在液体腔室224中向上回缩。衬230设置在注射器200的壳体202的内表面上，并且可由前面参照衬130描述的任何一种材料制成。

熔融金属供给系统190还包括熔融金属供给源232。提供熔融金属供给源232以保持将熔融金属234供给到每一个注射器200a、200b、200c的壳体202的备用供给。熔融金属供给源232可容纳前面参照熔融金属供给系统90描述的任何一种金属或者金属合金。

注射器200还包括第一阀236。注射器200通过第一阀236与熔融金属供给源232流通。特别是，注射器200的壳体202通过第一阀236与熔融金属供给源232流通，第一阀236最好是一种能够在活塞204的排出冲程中防止熔融金属234回流到熔融金属供给源232的止回阀。这样，在活塞204的排出冲程中，第一止回阀236使得熔融金属234流到壳体202。

注射器200还包括进入/注入端口238。第一止回阀236最好位于进入/注入端口238（下面称为“端口238”）中，端口238与壳体202的下端相连。端口238可通过本领域公知的任何方式与壳体202的下端固定连接或者与壳体202整体形成。

熔融金属供给系统190还包括用于将熔融金属234供给到下游设备或者工艺的输出歧管240。注射器200a、200b、200c分别与输出歧管240流通。特别是，每一个注射器200a、200b、200c的端口238用作进入每一个注射器200a、200b、200c的入口或者进口，并且还用于将从每一个注射器200a、200b、200c的壳体202排出的熔融金属234分配（即，注射）到输出歧管240。

注射器200还包括第二止回阀242，第二止回阀242最好位于端口238中。第二止回阀242类似于第一止回阀236，但现在被设置成能够提供用于使接收在注射器200的壳体202中的熔融金属234从壳体202排出并且进入输出歧管240的输出导管的形式。

注射器200的活塞头208可采用圆柱形并且被接收在圆筒形壳体202中。活塞头208还具有周向延伸的凹槽248。设置凹槽248以便当活塞204在其返回冲程中向上回缩到液体腔室224中时使液体介质226从液体腔室224充填凹槽248。凹槽248在活塞204的返回冲程和排出冲程中保持充有液体介质226。但是，对于活塞204向上进入液体腔室224中的每一个返回冲程，“新”供给的液体介质226充填凹槽248。为了使来自于液体腔室224的液体介质226保持在凹槽248中，活塞头208具有略微小于壳体202内径的外径。因此，在注射器200的操作过程中，活塞头208和壳体202之间几乎没有磨损，并且高粘度液体介质226防止接收在壳体202中的熔融金属234向上流入到液体腔室224中。

活塞头208中具有凹槽248的端部可被完全省却，以便在活塞204的返回冲程和排出冲程中，在活塞头208和被接收在壳体202中的熔融金属234之间存在一个液体介质层或者柱226并且用于在注射器200的活塞204之前从壳体202压迫熔融金属234。这与前面所述的注射器100的“气体充填空间”类似。

由于容纳在液体腔室224中的液体介质226的较大体积，注射器200通常无需像前面所述的注射器100的情况那样进行内部冷却。另外，由于注射器200是利用液体介质操作的，因此用于注射器100中的气体密封结构（即，环形压力密封件）是不需要的。这样，前面参照注射器100所述的冷却水套128也不需要。如上所述，一种适用于液体介质224的液体是熔融盐，诸如氧化硼，特别是当容纳在熔融金属供给源232中的熔融金属234是一种铝基合金时。容纳在液体腔室224中的液体介质226可是相对于容纳在熔融金属供给源232中的熔融金属234为化学惰性或者抵抗性（即，基本上不反应）的任何液体。

以与上述熔融金属供给系统90类似的方式操作图8中所示的熔融金属供给系统190，它们的操作之间仅由微小的变化。例如，由于注射器200a、200b、200c是利用一种液体介质操作而不是气体介质，因此无需气体控制阀146a、146b、146c并且不使注射器200a、200b、200c移动通过参照图5所述的“复位”冲程和排气工艺。相反，液体腔室224为注射器200a、200b、200c提供液体介质224的备用供给，液体介质224用于对注射器200a、200b、200c加压。液体介质224还可为注射器200a、200b、200c提供某些冷却的优点。

下面将继续参照图8对熔融金属供给系统190的操作进行描述。这里所述的整个工艺是由控制单元260（PC/PLC）控制的，控制单元260控制与每一个注射器200a、200b、200c的活塞204相连的液压驱动器214的操作和移动，从而控制各个活塞204的移动。如同前面所述的熔融金属供给系统90，控制单元260顺序或者依次地驱动注射器200a、200b、200c以便以基本上不变的操作压力将熔融金属流连续供给到输出歧管240。本领域技术人员应该理解的是，这样的顺序或者依次地驱动是通

过对与每一个注射器200a、200b、200c的活塞204相连的液压驱动器214的适合控制来实现的。

在图8中，所示的第一注射器200a的活塞204处于其排出冲程的终点处，刚将熔融金属234注射到输出歧管240中。第二注射器200b的活塞204移动通过其排出冲程并且已经接替将熔融金属234供给到输出歧管240中。第三注射器200c已经完成其返回冲程并且完全“充填”新的熔融金属234。第三注射器200c的活塞204在其返回冲程(如图8中所示)中最好部分向上缩入液体腔室224中以使形成在活塞头208中的凹槽248基本上与液体腔室224中的液体介质226流通。凹槽248中充有“新”的液体介质226。或者，活塞204可完全向上缩入液体腔室224中以使液体介质226的层或者柱将活塞204的端部与接收在壳体202中的熔融金属234隔开并且表面与其接触。这种情况与前面所述的注射器100a、100b、100c的“气体充填空间”类似。其余的注射器200a、200b的活塞204在它们的返回冲程中将遵循类似的移动。

在第二注射器200b完成其排出冲程后，控制单元260驱动与第三注射器200c的活塞204相连的液压驱动器214以使活塞204移动通过其排出冲程，从而使第三注射器200c接替将熔融金属234供给到输出歧管240中。接着，当第三注射器200c完成其排出冲程时，控制单元260再次驱动与第一注射器200a的活塞204相连的液压驱动器214以使活塞204移动通过其排出冲程，从而使第一注射器200a接替将熔融金属234供给到输出歧管240中。这样，控制单元260顺序或者依次操作注射器200a、200b、200c以使上述工艺(即，注射器200a、200b、200c的交错的注射循环)自动实现，从而以一种基本上不变的压力为输出歧管234提供连续的熔融金属流234。

注射器200a、200b、200c的每一个在它们的注射循环中(即，返回冲程和排出冲程)以相同的方式操作。在注射器200a、200b、200c的每一个的活塞204的返回冲程中，在壳体202中形成低于大气压的压力(即，真空)，使得熔融金属234从熔融金属供给源232通过第一止回阀236进入壳体202。当活塞204继续向上移动时，来自于熔融金属供

给源232的熔融金属234在活塞头208后面流入充填壳体202。但是，存在于凹槽248中和壳体202上方的高粘性液体介质226防止熔融金属234向上流到液体腔室224中。存在于凹槽248中和壳体202上方的高粘性液体介质226提供了一种能够防止熔融金属234向上流动以及在每一个注射器200a、200b、200c的活塞204的排出冲程中能够使活塞204在壳体中产生高压的“粘性密封”的效果。本领域技术人员应该理解的是，粘性液体介质226存在于活塞头208和活塞杆206周围以及充填凹槽248。这样，容纳在壳体202内（即，在活塞头208和活塞杆206周围）的液体介质226使从液体腔室224流入到壳体202中的熔融金属234分离，在壳体202内提供一种“粘性密封”的效果。

在注射器200a、200b、200c的每一个的活塞204的排出冲程中，第一止回阀236以与注射器100a、100b、100c的第一止回阀136类似的方式防止熔融金属234回流到熔融金属供给源232中。存在于凹槽248中并且在活塞头208和活塞杆206周围以及在壳体202中上方的液体介质226产生了在从壳体202排出的熔融金属234和液体腔室224中的液体介质226之间的粘性密封效果。另外，存在于凹槽248中并且在活塞头208和活塞杆206周围以及在壳体202中上方的液体介质226在活塞204的下冲程中被压缩，在壳体202内产生高压以将被接收在壳体202中的熔融金属234从壳体202中压出。由于液体介质基本上是不可压缩的，因此注射器200很快达到前面参照注射器100描述的“临界”压力。当熔融金属234开始从壳体202流动时，液压驱动器215可用于控制每一个相应的注射器200a、200b、200c的将熔融金属234输送到下游工艺的熔融金属流速。

概括地，控制单元260顺序地驱动注射器200a、200b、200c以将熔融金属234连续供给到输出歧管240。这可通过注射器200a、200b、200c的活塞204的移动交错以使至少一个活塞204总是移动通过排出冲程来实现。因此，熔融金属234被连续供给并且以基本上不变的操作或者加工压力将熔融金属234供给到输出歧管240。

最后，参见图8和图9，所示的熔融金属供给系统200与上述的输出

歧管240相连。所示的输出歧管240能够将熔融金属234供给到一个示例性下游工艺。该示例性下游工艺是连续挤压设备300。挤压设备300适于形成具有均匀横截面的实心圆形杆。挤压设备300包括多个挤压导管302，每一个挤压导管302适于形成单一的圆形杆。挤压导管302分别包括一个热交换器304和输出压模306。每一个热交换器304与输出歧管240流通（分别通过相应的挤压导管302），所述输出歧管240能够在熔融金属注射器200a、200b、200c的影响下从所述输出歧管240接收熔融金属234。熔融金属注射器200a、200b、200c提供用于在恒定的压力下将熔融金属234注射到输出歧管240中以及将熔融金属234输送到相应的挤压导管302所需的动力。提供热交换器304以便在熔融金属供给系统190的操作过程中使通过其流到输出压模306的熔融金属234冷却和部分凝固。输出压模306的尺寸和形状能够形成具有基本上均匀的横截面的实心杆。多个水喷管308可设置在每一个挤压导管302的输出压模306的下游以使形成的杆完全凝固。上述挤压设备300仅是可与本发明的熔融金属供给系统90、190结合使用的下游设备或者工艺的一种类型的示例。如上所述，气体操作的熔融金属供给系统90也可与挤压设备300结合使用。

现参照图10-25，其中示出了特定的应用熔融金属供给系统90、190的下游金属成形工艺。下面将参照图2中所示的熔融金属供给系统90对下游金属成形工艺进行描述，其中所述熔融金属供给系统90将熔融金属供给到该工艺。但是，显然也可应用图8中所示的熔融金属供给系统190。

图10一般性地示出了用于形成多个长度不限的连续金属制品402的设备400。该设备包括上述歧管140，下面称之为“输出歧管”。输出歧管140以基本上恒定的流速和压力以上述方式从熔融金属供给系统90接收熔融金属132。熔融金属132在输出歧管140中保持在一定压力下。设备400还包括多个与输出歧管140相连的输出压模404。输出压模404可入图10中所示与输出歧管140固定连接或者与输出歧管140的主体整体形成。利用常规的紧固件406（即，螺栓）使输出压模404与输

出歧管140相连。图10中所示的输出压模404的材料不同于输出歧管140,但也可利用与输出歧管140相同的材料制成并且与其整体形成。

参见图10-12,每一个输出压模404包括压模壳体408,压模壳体408以上述方式被固定在输出歧管140上。每一个输出压模404的压模壳体408具有与输出歧管140相通的中心压模通道410。压模壳体408具有用于将相应的金属制品402从输出压模404排出的压模孔412。压模通道410提供用于将熔融金属从输出歧管140输送到压模孔412的导管,所述压模孔412用于使金属制品402形成其所希望的横截面形状。输出压模404可用于生产相同类型的连续金属制品402或者不同类型的金属制品402,如后面进一步描述的。在图10中,两个输出压模404适于将金属制品402制成具有如图12b中所示的环形或者空心横截面的圆形横截面的管,两个输出压模404适于将金属制品402制成具有如图11b中所示的圆形横截面的实心杆或者棒。

每一个输出压模404的压模壳体408还具有冷却腔室414,所述冷却腔室414至少部分地包围压模通道410以使流经压模通道410到达压模孔412的熔融金属132得到冷却。冷却腔室414也可采用如图18或者图19所示的冷却导管的形式,后面将对其进行描述。提供冷却腔室414以使压模通道410中的熔融金属132冷却和凝固,从而在熔融金属到达压模孔412之前使其充分冷却。

多个辊416可与每一个输出压模404联合在一起。辊416在相应的压模孔412的下游接触所形成的金属制品402,特别是与金属制品402摩擦接合以为输出歧管140中的熔融金属132提供背压。辊416还用作能够使金属制品402从输出压模404的排出减慢的制动机构。由于由熔融金属供给系统90产生的并且存在于输出歧管140中的高压,制动系统对于金属制品402从输出压模404的排出减慢是有益的。这确保金属制品402在从输出压模404排出之前充分凝固和冷却。多个冷却喷管418可位于输出压模404的下游以使从输出压模404排出的金属制品402进一步冷却。

如上所述,图10示出了具有两个适于形成具有圆形的环形横截面

的金属制品402（即，管）的输出压模404以及两个适于形成具有圆形的实心横截面的金属制品402（即，杆）的输出压模404的设备400。这样，设备400能够同时生产不同类型的金属制品402。图10中所示的所述设备400包括四个输出压模404并且两个用于生产环形横截面的金属制品402以及两个用于生产实心横截面的金属制品402的特定设置方式仅是用于说明所述设备400的示例，本发明不限于这种特定的布置形式。图10中所示的四个输出压模404可用于生产四种不同类型的金属制品402。另外，四个输出压模404的使用仅是示例性的，并且根据本发明，设备400可具有任意数量的输出压模404。在设备400中仅需要一个输出压模404。

现将参照图10 - 图11对用于形成实心横截面的金属杆的输出压模404进行描述。图10和图11中的输出压模404还包括在压模孔412上游的泪珠形腔室420。腔室420具有发散-收敛形状，下面称之为发散-收敛腔室420。发散-收敛腔室420位于环形冷却腔室414的正前方。发散-收敛腔室420用于对压模通道410中的凝固金属进行冷加工，在凝固金属通过压模孔412排出之前，熔融金属132当通过压模通道410中由冷却腔室414界定的区域时凝固。特别是，熔融金属132从输出歧管140通过压模通道410流入到输出压模404中。由熔融金属供给系统90提供的压力使熔融金属132流入到输出压模404中。熔融金属132保持其熔融状态直至熔融金属132通过压模通道410中由冷却腔室414界定的区域。熔融金属132在该区域中成为半固态，并且最好在到达发散-收敛腔室420之前充分凝固。半固态金属和充分凝固的金属这里分别用附图标记422和424表示。

在发散-收敛腔室420中的凝固金属424具有铸态结构，这不是有利的。发散-收敛腔室420的发散-收敛形状对凝固金属424加工，形成一种加工后或者加工的微观组织。加工的微观组织改善所形成的金属制品420的强度，在这种情况下，一种实心横截面的杆具有圆形。该工艺与金属冷加工是类似的以改善其强度和其他性质，这在本领域是已知的。加工的凝固金属424在压力下通过压模孔412排出以形成连续金属

制品402。在这种情况下，如上所述，金属制品412是一种实心横截面的金属杆402。

本领域技术人员应该理解的是，上述用于形成金属制品402（即，实心圆杆）的工艺在机械方面具有多个优点。熔融金属供给系统90以恒定的压力和流速将熔融金属132输送到设备400，因此这是一个“备用状态”系统。因此，在理论上没有对所形成的金属制品402长度进行限制。由于没有“压模压力”和“压模温度”的瞬变现象，因此能够较好地控制金属制品402的横截面的尺寸。还能够通过金属制品402的长度（即，无瞬变现象）来较好地控制尺寸。另外，挤压比可基于产品性能而不取决于工艺要求。可减小挤压比，从而延长压模孔12的挤压寿命。另外，由于低的压模压力（即，高温、低速），因此具有很小挤压变形。

本领域技术人员应该理解的是，上述用于形成金属制品402（即，实心圆杆）的工艺在冶金方面具有多个优点。这些优点通常包括：（a）消除表面偏析和缩孔；（b）减小宏观偏析；（c）无需现有技术中所需的均质化和预热处理；（d）增大获得非再结晶结构（即，低Z变形）的可能性；（e）在管状结构中较好的缝焊（如下面描述的）；（f）由于成形工艺的备用状态性质而利用金属制品402的长度消除结构变化。

从经济的角度出发，上述工艺消除了处理库存和将铸造、预加热、再加热和挤压步骤集成在一个步骤中，上述这些步骤存在于前面参见图1描述的现有技术工艺中。另外，在所述的工艺中没有浪费的金属，但是在前面描述的现有技术工艺中存在这样的问题。通常，在现有技术中所涉及的挤压工艺中，被挤压的产品必须被切边和/或去除氧化皮，而在本发明所涉及的方法中是不需要的。上述所有优点都施加在形成在设备400中的每一个不同金属制品402上，后面对其进行描述。

现参见图10和图12，设备400可用于形成具有环形或者空心横截面的金属制品402，诸如图12b中所示的中空管。用于该应用的设备400还包括位于压模通道410中的芯棒426。芯棒426最好延伸到输出歧管

140中,如图10中所示。最好通过使冷却剂在芯棒426内部中循环而在内部对芯棒426进行冷却。冷却剂可通过延伸到芯棒426中心的导管428被供给到芯棒426。再次利用发散-收敛腔室420以便在通过压模孔412压出或者排出凝固金属424之前对凝固的金属424进行加工以在凝固金属424中形成加工后组织,从而形成了环形横截面的金属制品402(即,圆形管)。所得到的环形横截面金属制品402是“无缝的”,即,无需在管道或者管的制造中通常采用的焊接方法来形成圆形结构。另外,由于熔融金属132凝固成为环形结构,在没有进行进一步处理的凝固过程中,所得到的中空管的壁可被制作得很薄,这可能会使金属的性能受到不良的影响。

如在这里所披露的,术语“圆形”并不是仅限于真正的圆形,而且包括诸如椭圆形的其他“圆形”(即,非完美圆形的形状)。前面参照图11和图12描述的输出压模404适于形成具有对称圆形横截面的金属制品402。这里所使用的术语“对称横截面”指的是,通过金属制品402的垂直横截面相对于通过该横截面的至少一个轴线是对称。例如,图11b的圆形横截面相对于圆的直径是对称的。

图13-16示出了用于形成多边形金属制品402的输出压模404的一个实施例。如图14-16中所示,所形成的金属制品402具有L形横截面。特别是,从图14-16中可以明显地看出,L形(即多边形横截面)相对于通过其的任何一个轴线是不对称的。因此,本发明的设备400可用于形成不对称形状的金属制品402,诸如由图13-16中的输出压模404形成的L形条。

图13-16中的输出压模404基本上与前面所述的输出压模404是类似的,但不包括一个发散-收敛腔室420。或者,压模通道410具有恒定的横截面,所述恒定的横截面具有所需的金属制品402的形状,如图14中所示的截面图中所示。熔融金属132以前面所述的方式通过压模通道410,并且在由冷却腔室414所界定的区域中凝固。通过在压模孔412处对凝固金属加工形成凝固金属424的所需的加工后组织。特别是,当迫使凝固金属424从由压模通道410限定的较大的横截面区域进入由压

模孔412限定的较小的横截面区域时，凝固金属424被加工以形成所需的加工后组织。压模通道410不限于具有与所形成的金属制品402相同的横截面形状。压模通道410可具有圆形，从而使其可用于图11和图12中的输出压模404的压模通道410。图13-图16的输出压模的压模通道410也可包括发散-收敛腔室420。图13示出了通过迫使凝固金属424通过横截面积小于由上游的压模通道410所限定的横截面积的压模孔412来形成凝固金属424的所需的加工后组织。压模通道410可具有与压模孔412相同的形状，但本发明不限于这种结构。

简单地参见图22-25，其他横截面形状也可用于由本发明的设备400所形成的连续金属制品402。图22和图23示出了可利用本发明制造的对称的、多边形的横截面金属制品402。图22示出了利用具有I形压模孔412的输出压模404制造的一种多边形I字梁。图23示出了利用具有六边形的压模孔412的输出压模404制造的一种实心的多边形杆。由图23的输出压模404形成的六边形横截面金属杆402可被称为一种异型杆。图24示出了一种环形金属制品402，其中金属制品402中的开口具有不同于金属制品402的整体形状的形状。在图24中，金属制品402中的开口或者环为正方形，而金属制品402的整体形状是圆形。这可利用在图12的输出压模404中的正方形芯棒426来实现。另外，图25示出了具有整体多边形形状（即，正方形）的环形横截面金属制品402。图25的输出压模404中的压模孔412为正方形并且使用一种正方形芯棒426在金属制品402中形成正方形开口或者环。图25的金属制品402可被称为异型管。

参见图17，本发明预见到，可使用附加的或者第二输出压模以进一步减小金属制品402的横截面积并且对形成金属制品402的凝固金属424进一步加工以进一步改善所需加工后组织。图17示出了与第一或者上游输出压模404相连的第二或者下游输出压模430。可利用所示的机械紧固件（诸如螺栓）使第二输出压模430与输出压模404相连，或者可与输出压模404整体形成。图17中所示的输出压模404的实施例具有与图13中所示的输出压模404类似的结构，但是也可具有图11的输出压

模404的结构（即，具有发散-收敛腔室420等）。与上述输出压模404类似，第二输出压模430包括具有压模通道436和压模孔438的壳体434。第二压模孔438的横截面积小于第二压模通道436。当凝固金属424从第二压模通道436通过第二压模孔438压出时执行进一步的冷加工，进一步改善形成金属制品402的凝固金属424的加工后组织并且提高金属制品402的强度。如图中所示，第二输出压模430的位置可紧挨着上游输出压模404，或者在输出压模404下游较远的位置处。第二输出压模430还提供一个用于在使凝固金属424离开设备400之前使凝固金属424冷却的附加冷却区域，从而改善形成金属制品402的凝固金属424的性能。

参见图18和图20，所述设备400可适于形成作为金属制品402的连续金属板。图18的输出压模404具有压模通道410，压模通道410朝向压模孔412呈锥形。压模孔412能够形成图20中所示的连续板制品402的矩形横截面。利用一对冷却导管440、442代替冷却腔室420，冷却导管440、442限定了压模通道410的长度，如图18所示，熔融金属132在压模通道410中冷却以在压模通道410中形成半固态金属422和最后凝固金属424。使凝固金属424通过由压模孔412限定的较小横截面积被压出，开始对凝固金属424加工以形成所需的加工后组织。或者，利用紧挨着压模孔412的辊416进一步减小连续板402的高度H，进一步对连续板402加工并且形成加工后组织。连续板402可具有任何长度，这是因为以一种备用状态的形式为设备400提供熔融金属132。这样，本发明的设备400除了凝固提供上述的杆或者条还能够提供轧制片材。在辊416的下游可进行附加的常规轧制操作。

参见图19和图21，设备400可适于形成作为金属制品402的连续金属锭。图19的输出压模404具有被分成两部分的压模通道410。压模通道410的第一部分450具有恒定横截面。压模通道410的第二部分452逐渐发散以形成压模孔412。压模孔412能够形成图21中所示的锭402的横截面形状。横截面形状可是图21a中所示的多边形或者图21b中所示的圆形。利用一对冷却导管454、456代替冷却腔室420，冷却导管440、442限定了压模通道410的第一部分450的长度，如图19所示。熔融金属

132在压模通道410中冷却以在压模通道410的第一部分450中形成半固态金属422和最后凝固金属424。当凝固金属424到达压模通道410的第二横截面积较大的部分452时，最好使半固态金属422充分冷却以形成凝固金属424。当凝固金属424从由压模通道410的第一部分450限定的较小横截面积向外发散到由压模通道410的第二部分452限定的较大横截面积中，开始对凝固金属424加工以形成所需的加工后组织。另外，利用紧挨着压模孔412的辊416进一步减小连续锭402的宽度W，进一步对连续锭402加工并且形成加工后组织。连续锭402可具有任何长度，这是因为以一种备用状态的形式为设备400提供熔融金属132。这样，本发明的设备400除了凝固提供上述的连续板、杆或者条还能够提供任何所需长度的锭。

使用上述连续工艺可形成任何长度和任何横截面形状连续金属制品。上述内容具体说明了连续金属杆、条、锭和板的形成。使用上述工艺可形成实心 and 环形横截面形状。这样的环形形成无缝管、诸如中空管或者管道。上述工艺还能够形成具有对称和不对称横截面的金属制品。概括地，这里所示的连续金属成形工艺能够（但不限于）：

（a）提供高体积、低挤压比料形状；（b）提供优质的、薄壁、无缝金属制品，诸如中空的管或者管道；以及（d）提供无需骤冷或者时效处理以及没有骤冷变形和很低的残余应力的不可热处理的、无变形的、F回火金属制品。

尽管这里已经对本发明的优选实施例进行了描述，但是在不脱离本发明的精神和范围的情况下可对本发明进行各种变型和替换。本发明的保护范围是由附属的权利要求及其等同形式限定的。

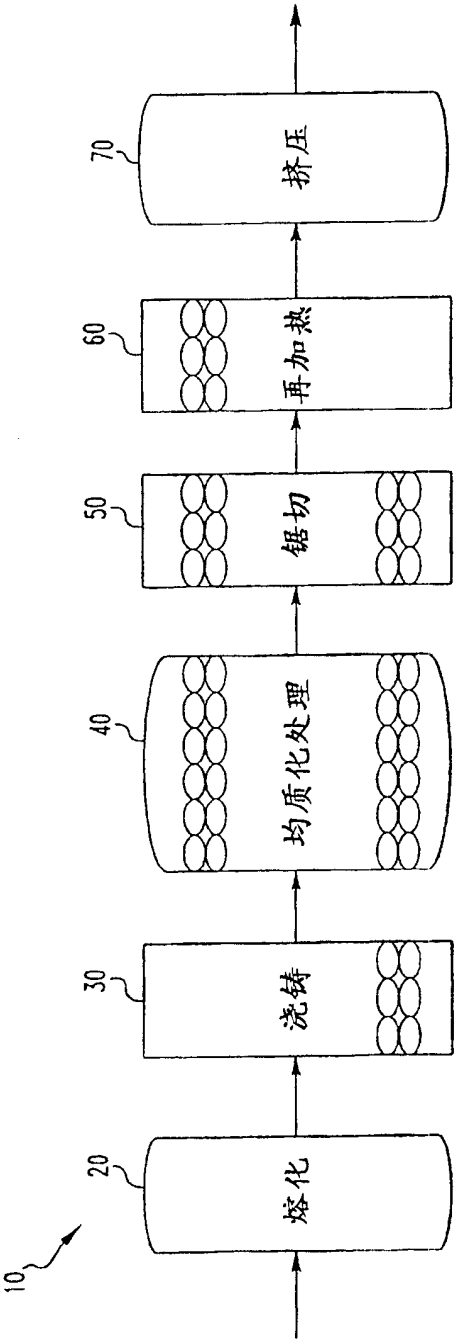


图1  
现有技术

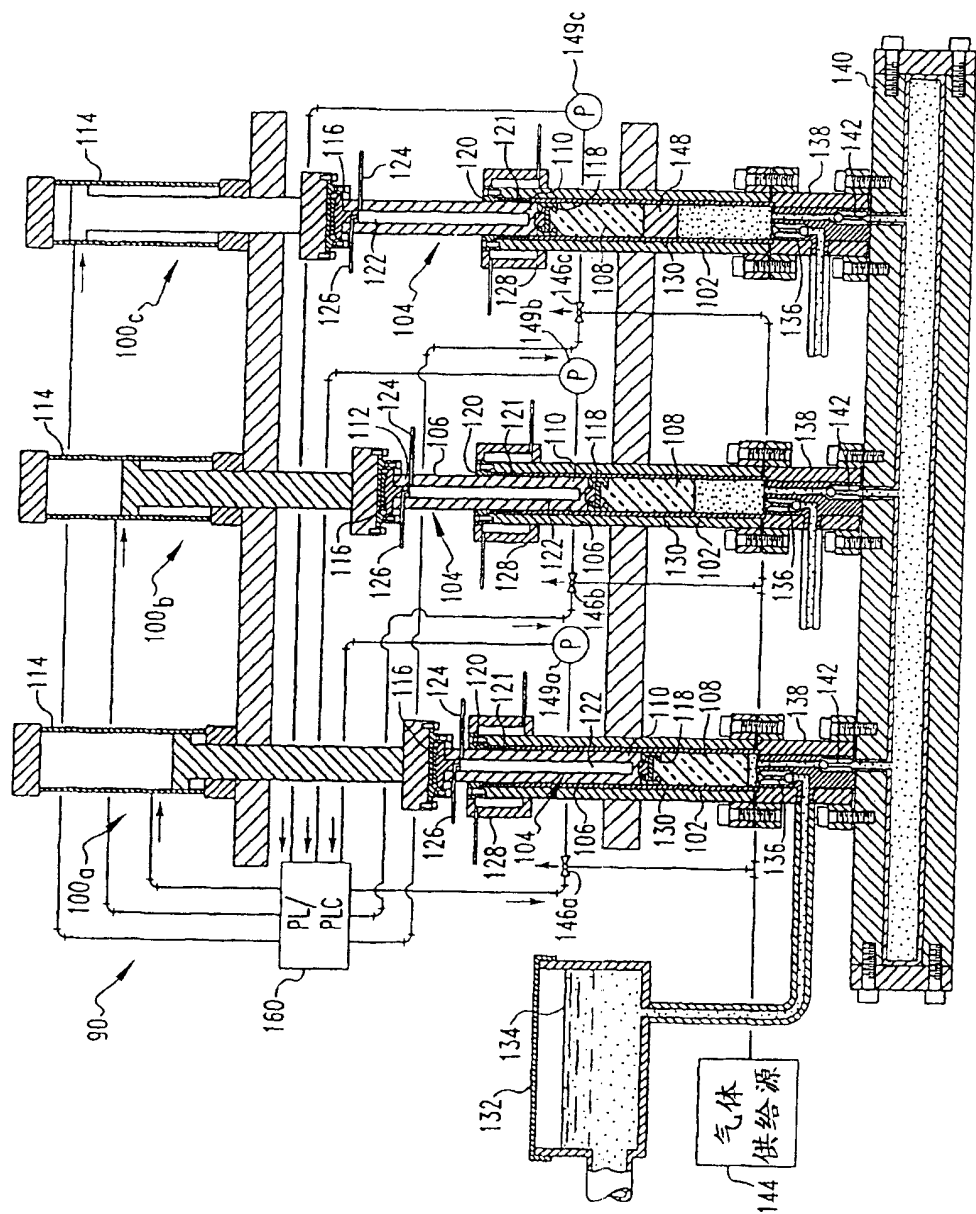
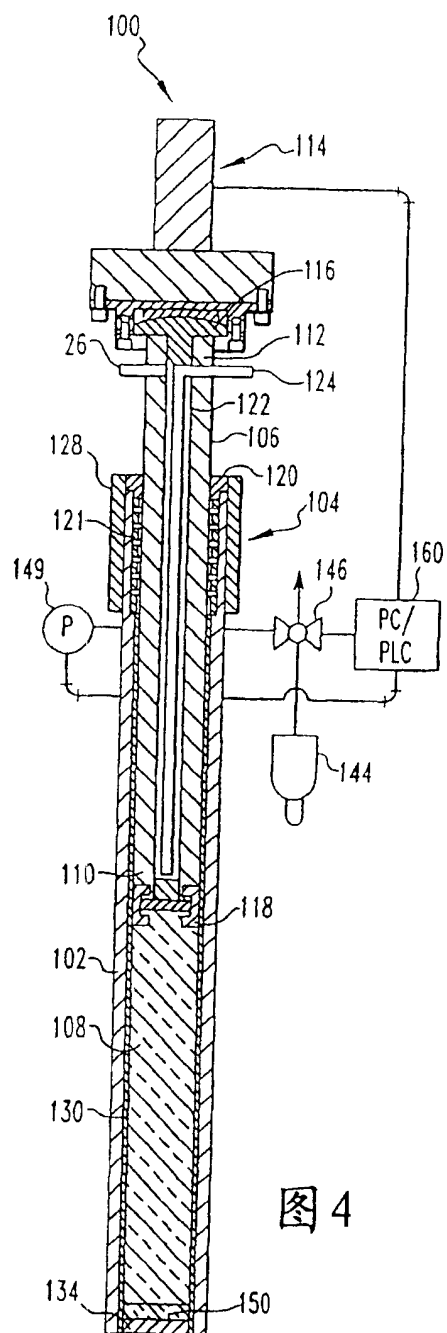
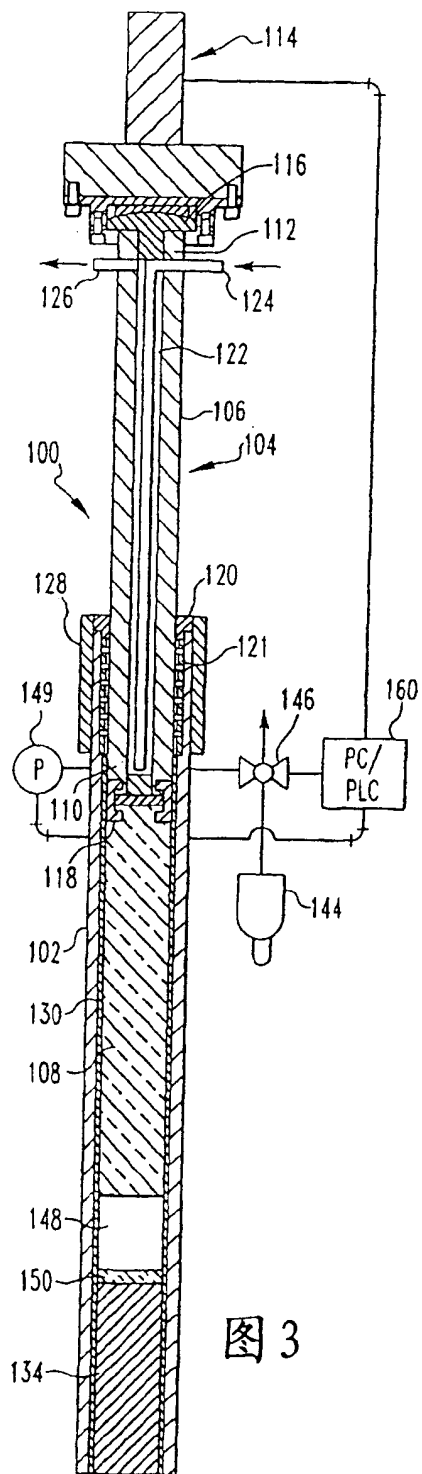


图2



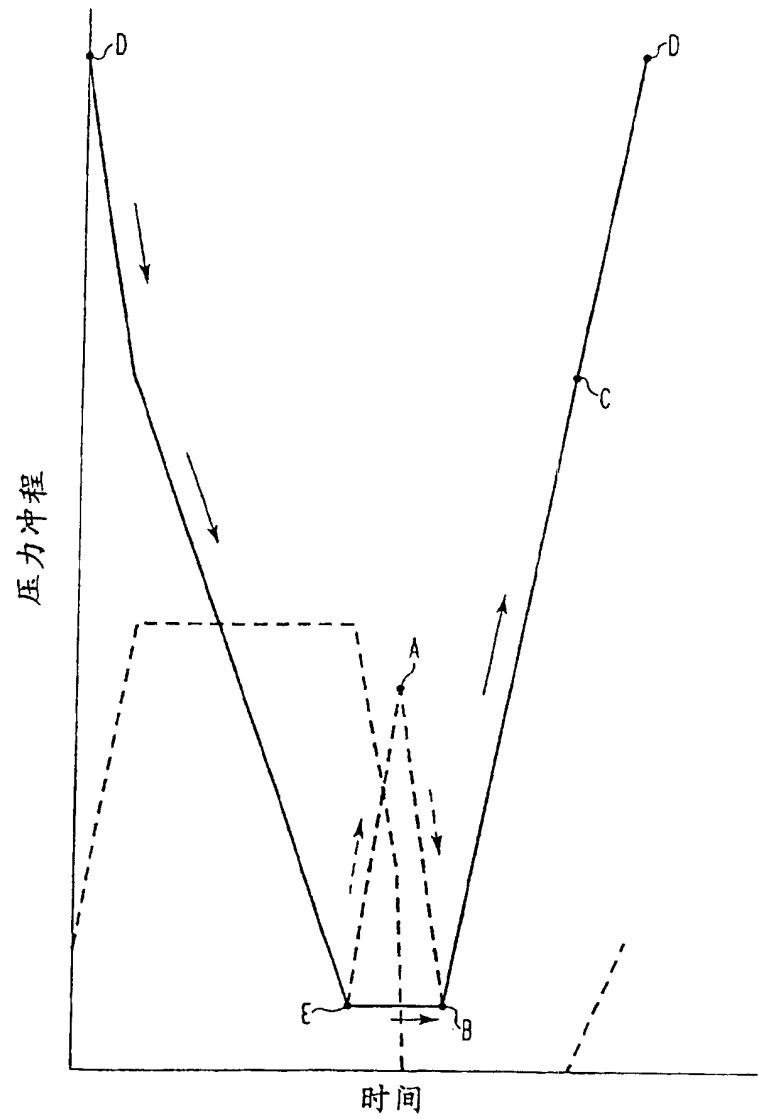


图5

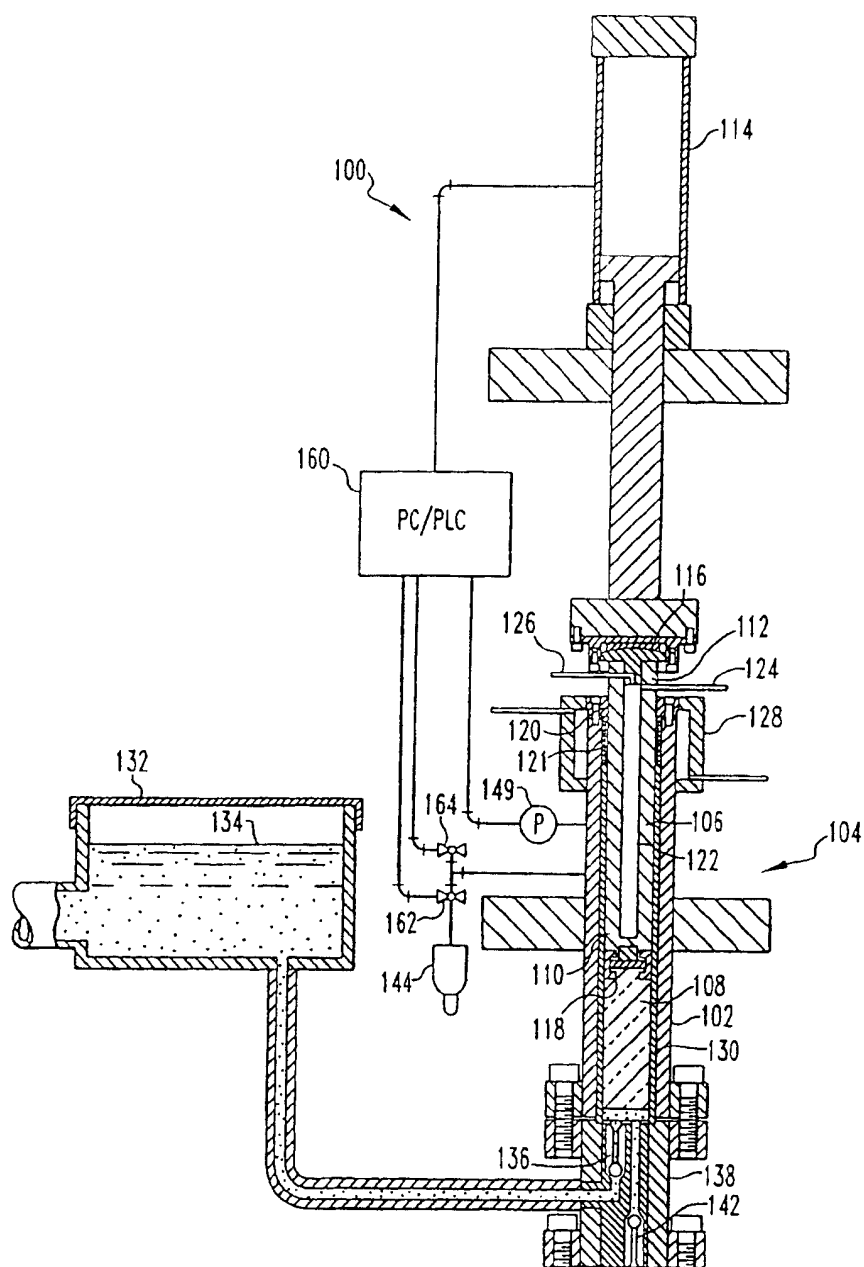


图6

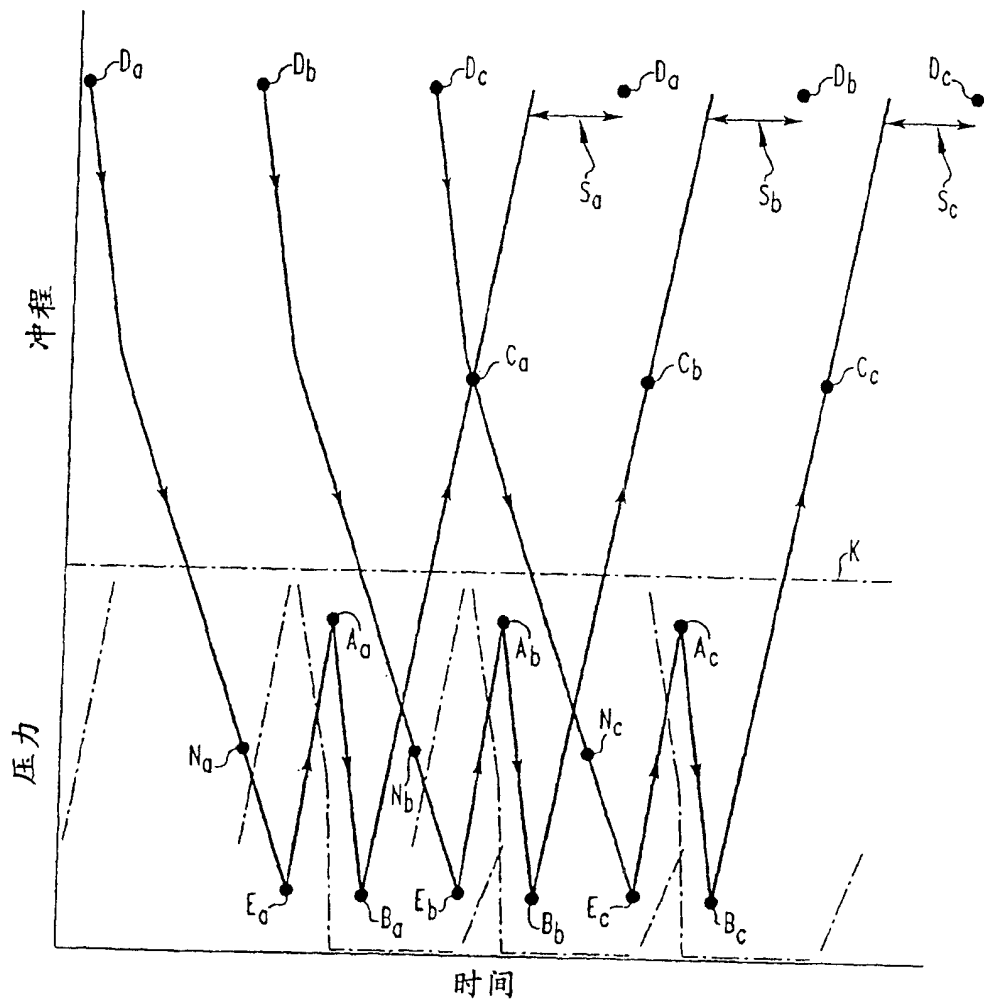


图7

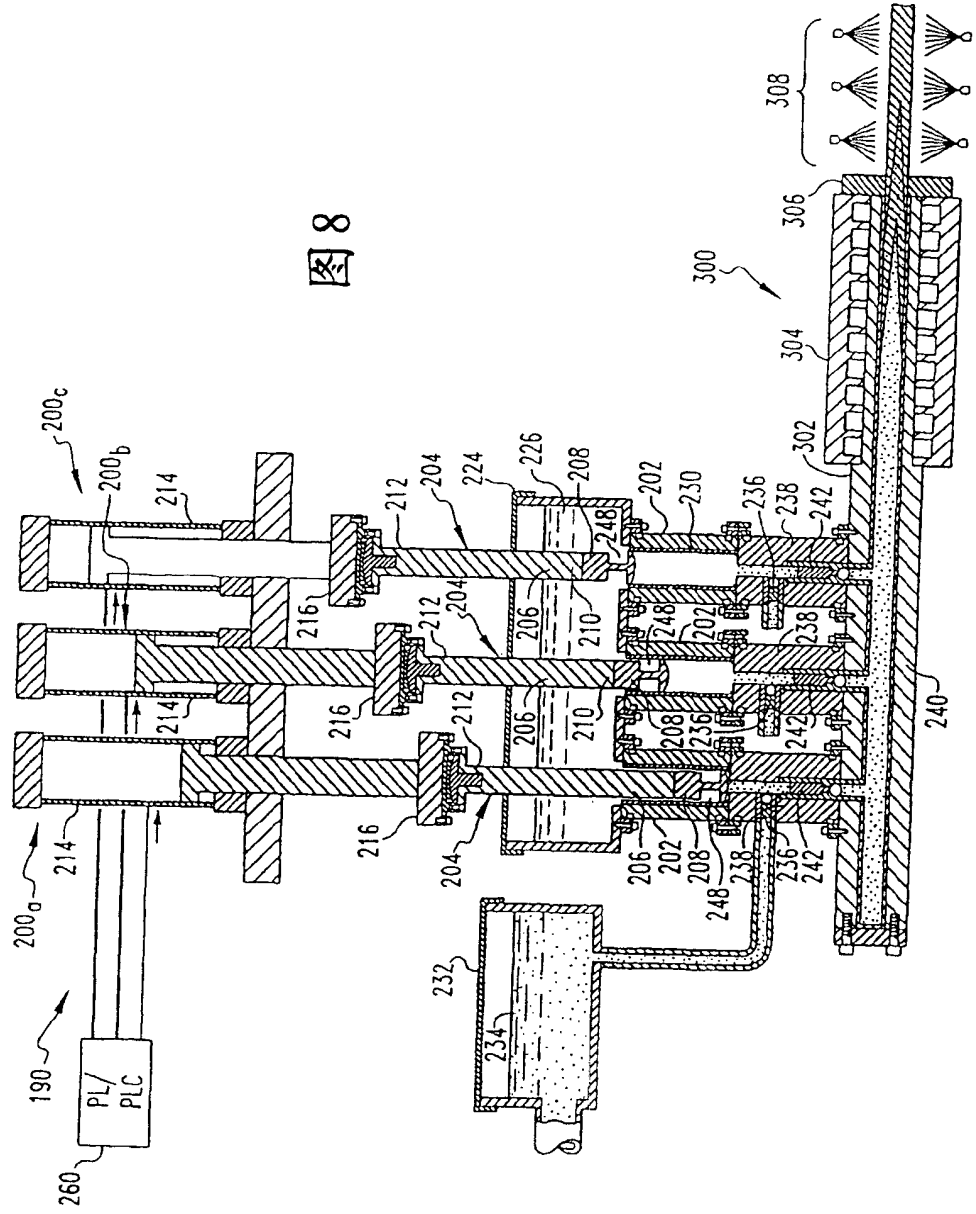


图 8

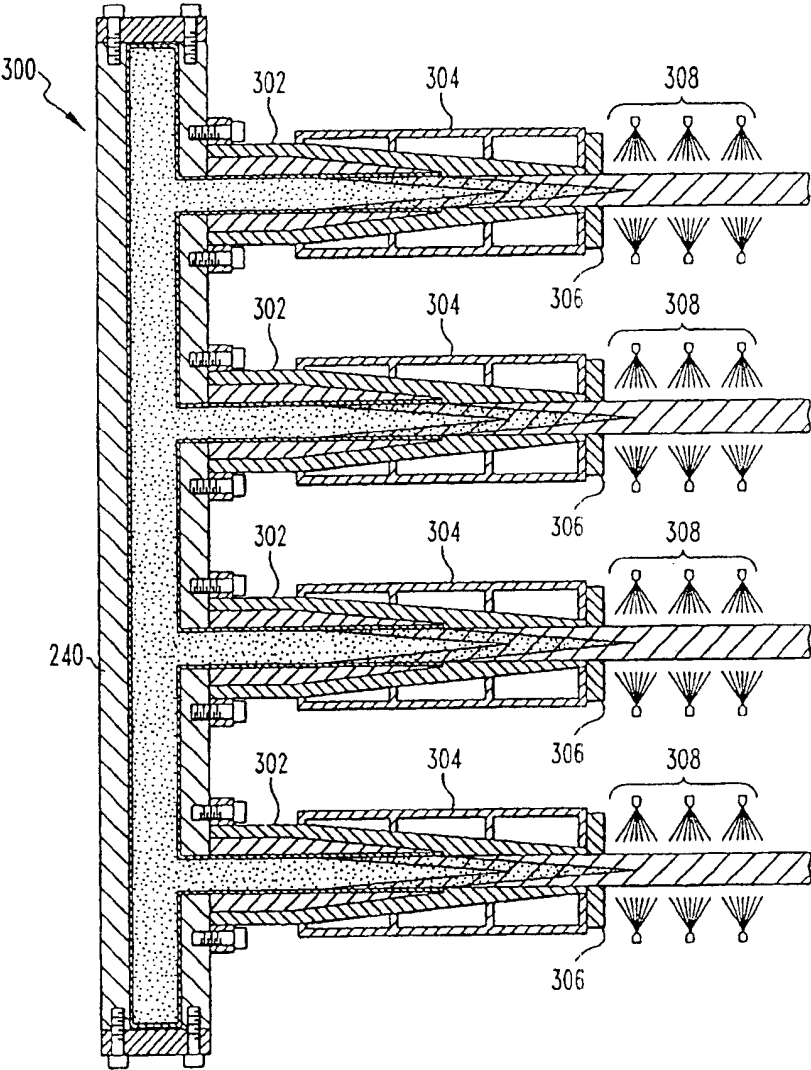


图 9

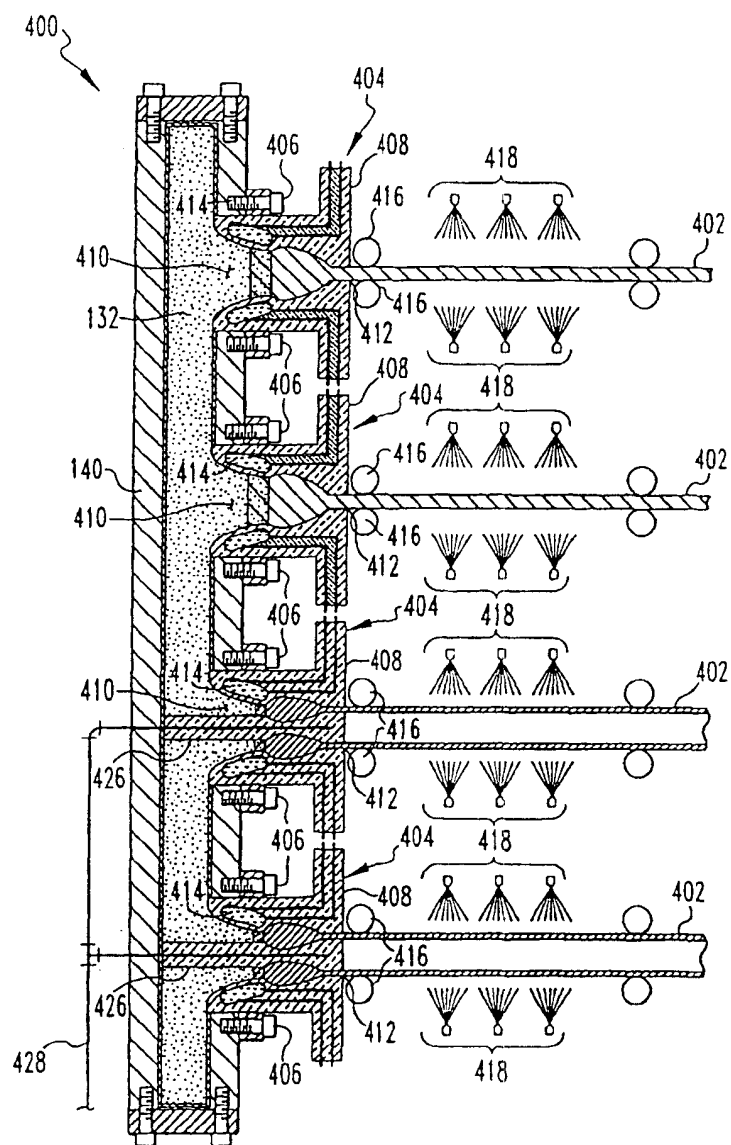


图 10

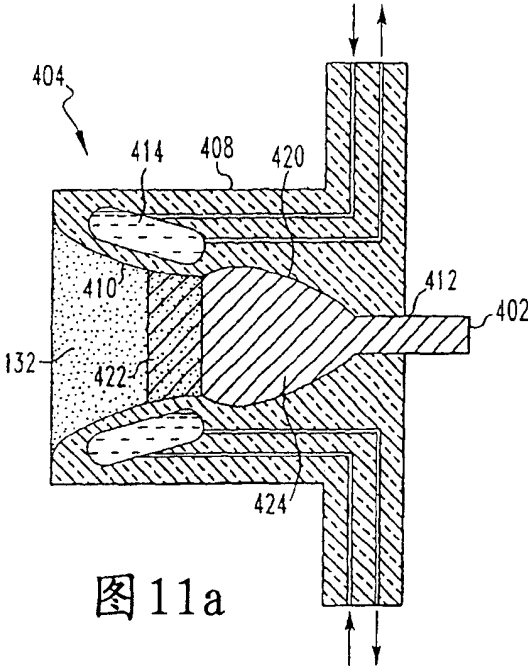


图11a



图11b

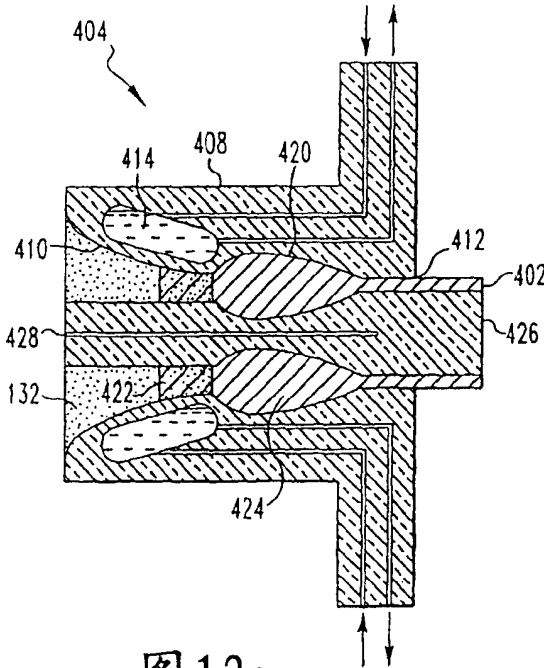


图12a

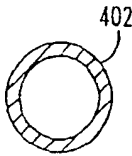
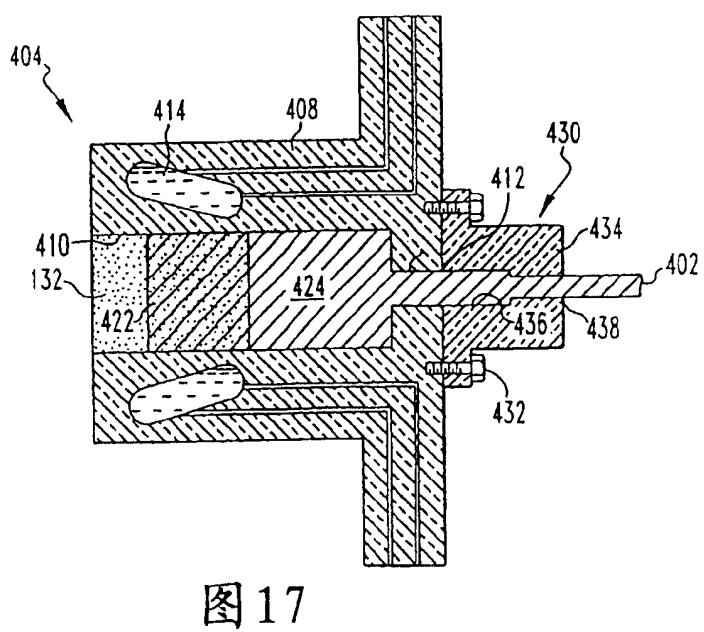
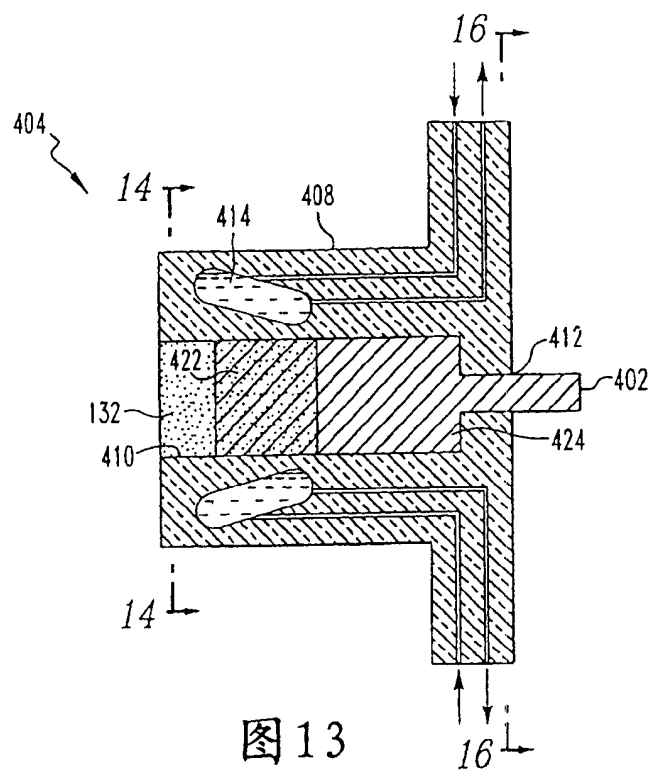


图12b



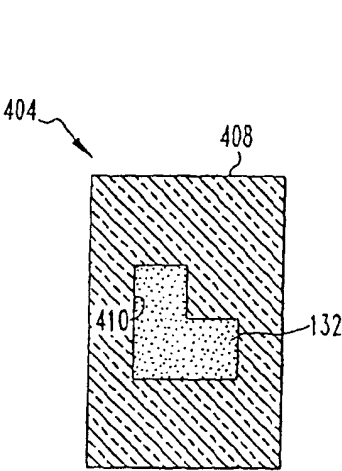


图 14

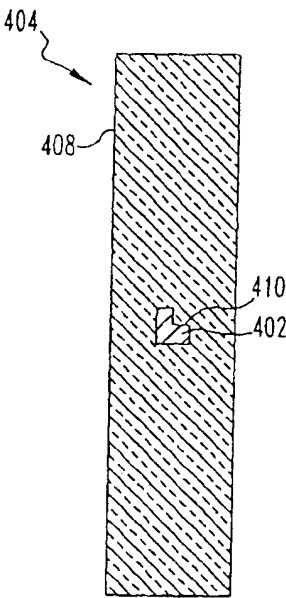


图 16

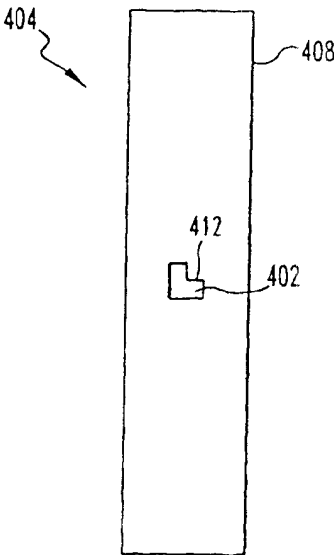


图 15

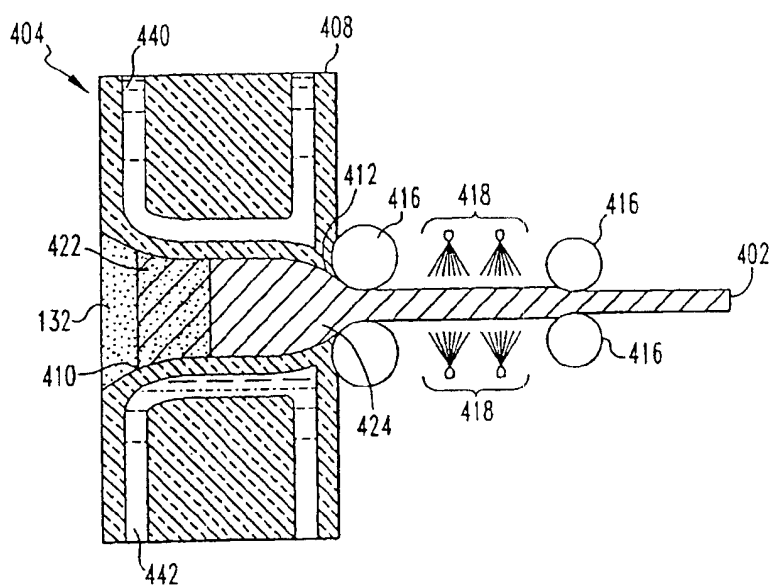


图18

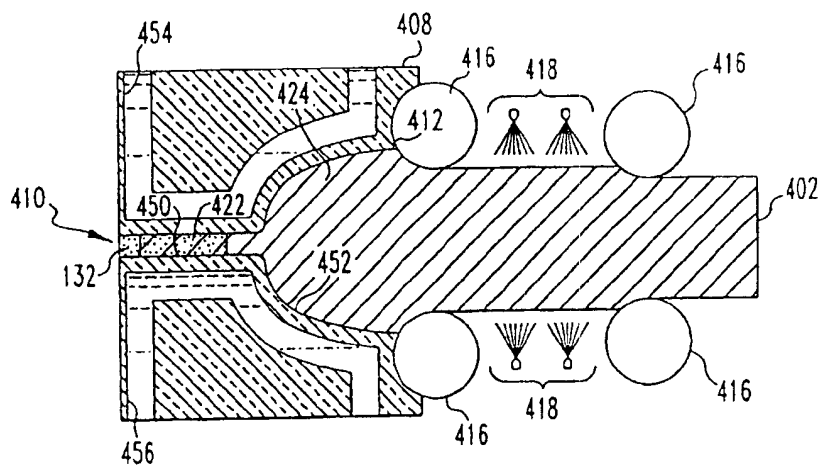


图19

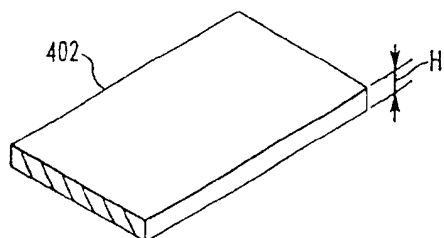


图 20

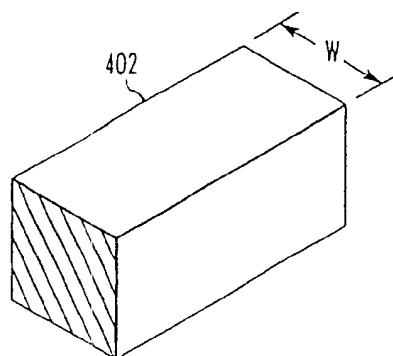


图 21a

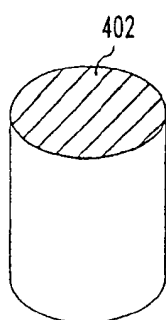


图 21b

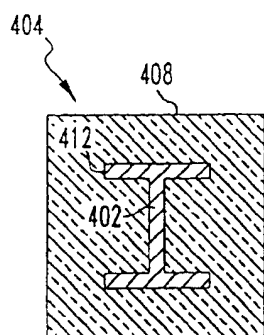


图 22

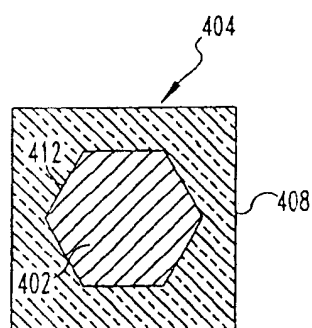


图 23

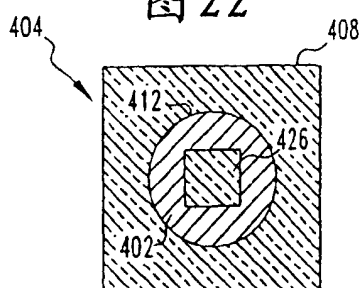


图 24

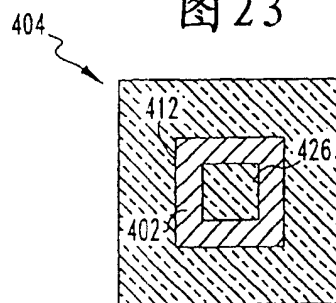


图 25