(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105530820 B
(45)授权公告日 2020.03.31

(21)申请号 201480050642.0

(22)申请日 2014.07.31

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105530820 A

(43)申请公布日 2016.04.27

(30)优先权数据
PCT/US2013/054145 2013.08.08 US
14/308,118 2014.06.18 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2016.03.14

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2014/049137 2014.07.31

(87)PCT国际申请的公布数据
WO2015/020873 EN 2015.02.12

(73)专利权人 通用磨坊公司
地址 美国明尼苏达州

(72)发明人 G·瓦尔瑟 B·H·范伦格里奇
S·C·罗比 J·N·韦恩斯泰恩

(74)专利代理机构 北京市金杜律师事务所 11256
代理人 苏娟 谷达

(51)Int.Cl.
A23J 3/26(2006.01)

(56)对比文件
CN 101680123 A,2010.03.24,
CN 101680123 A,2010.03.24,
US 2001019732 A1,2001.09.06,
FR 2827123 A1,2003.01.17,
CN 101489422 A,2009.07.22,
CN 102595924 A,2012.07.18,
CN 101754695 A,2010.06.23,
US 5916616 A,1999.06.29,
CN 101990403 A,2011.03.23,
CN 101686707 A,2010.03.31,
GB 1549891 A,1979.08.08,
CN 85106640 A,1986.08.06,
US 3870805 A,1975.03.11,

审查员 秦圆圆

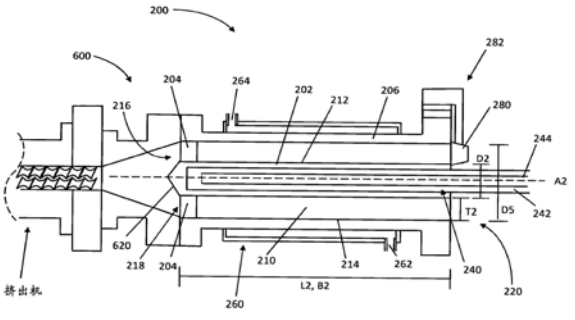
权利要求书3页 说明书14页 附图8页

(54)发明名称

用于生产挤出的蛋白质产品的系统和方法

(57)摘要

本发明涉及用于生产挤出的蛋白质产品的系统和方法。特别是,公开了用于利用包括一模具的系统制造挤出的蛋白质产品的系统,该模具包括具有横向截面的流道,该横向截面沿该模具的长度的至少一部分是一连续环路。



CN 105530820 B

1.一种用于生产挤出的蛋白质产品的系统,其中,该系统包括:

挤出机,其被配置为生产包括蛋白质组合物的流,该蛋白质组合物包括被配置为能形成定向纤维的蛋白质组分,该蛋白质组合物具有基于该蛋白质组合物的干重量15%至90%的蛋白质含量,该流具有至少27%的水分含量;以及

伸长的模具,其具有被配置为从该挤出机接收该流的内部的纵向流道,该纵向流道具有长度、外径和被配置为能由冷却装置冷却的内表面,该纵向流道具有不变的横向截面,该横向截面沿该模具的整个长度是一连续环路,该流道具有被配置为由该蛋白质组分形成平行定向的定向纤维以生产该挤出的蛋白质产品的长度和间隙厚度,该流道的长度与该流道的间隙厚度的比值介于30:1和1000:1之间,外径介于200毫米和750毫米之间,并且间隙厚度介于5毫米和30毫米之间。

2.如权利要求1所述的系统,其中,该横向截面为简单封闭曲线。

3.如权利要求2所述的系统,其中,该流道的横向截面为椭圆形。

4.如权利要求2所述的系统,其中,该流道的横向截面为圆形。

5.如权利要求1所述的系统,其中,该流道具有同心的内表面和外表面。

6.如权利要求1所述的系统,其中,该流道的长度与该流道的间隙厚度的比值介于40:1和240:1之间。

7.如权利要求1所述的系统,其中,该流道的长度与该流道的间隙厚度的比值介于50:1和160:1之间。

8.如权利要求1所述的系统,其中,该流道的长度与该流道的间隙厚度的比值介于60:1和140:1之间。

9.如权利要求1所述的系统,其中,该流道的间隙厚度介于10毫米和30毫米之间。

10.如权利要求1所述的系统,其中,该流道的外径介于200毫米和500毫米之间。

11.如权利要求1所述的系统,其中,该伸长的模具具有位于该纵向流道的外部的所述冷却装置。

12.如权利要求1所述的系统,其中,该蛋白质组合物的水分含量为27%至85%。

13.如权利要求1所述的系统,其中,该模具是模块化的。

14.如权利要求1所述的系统,其中,该系统还包括位于该挤出机和该模具之间的转换装置。

15.如权利要求14所述的系统,其中,该转换装置被配置为将流均匀地分配至该流道的该连续环路内。

16.如权利要求15所述的系统,其中,该转换装置包括圆锥形的装置以分配该流。

17.如权利要求15所述的系统,其中,该转换装置被配置为将流分离为两个或更多个子流以分配该流。

18.如权利要求14所述的系统,其中,该转换装置被配置为预对准该流的部分以促进组织化。

19.如权利要求14所述的系统,其中,该转换装置包括静态混合器。

20.如权利要求19所述的系统,其中,该静态混合器被配置为将添加剂至少部分地混合至该流中。

21.如权利要求20所述的系统,其中,该静态混合器被配置为将添加剂不完全地混合至

该流中。

22.一种用于生产挤出的蛋白质产品的方法，该挤出的蛋白质产品具有平行定向的纤维，该方法包括：

生产包含蛋白质组合物的流，该蛋白质组合物具有被配置为能形成定向纤维的蛋白质组分，该蛋白质组合物具有基于该蛋白质组合物的干重量15％至90％的蛋白质含量，该流具有至少27％的水分含量；以及

引导该流穿过模具的伸长的流道，以由该蛋白质组分形成平行定向的定向纤维，以形成该挤出的蛋白质产品，该伸长的流道具有长度、间隙厚度、外径和被配置为能由冷却装置冷却的内表面，该伸长的流道具有不变的横向截面，该横向界面沿该模具的整个长度是一连续环路，使得该挤出的蛋白质产品离开具有为连续环路的横向截面的该模具，该流道的长度与该流道的间隙厚度的比值介于30:1和1000:1之间，外径介于200毫米和750毫米之间，并且间隙厚度介于5毫米和30毫米之间。

23.如权利要求22所述的方法，其中，该流道的长度和该流道的间隙厚度的比值介于40:1至240:1之间。

24.如权利要求22所述的方法，其中，该流道的长度和该流道的间隙厚度的比值介于50:1至160:1之间。

25.如权利要求22所述的方法，其中，该流道的长度和该流道的间隙厚度的比值介于60:1至140:1之间。

26.如权利要求22所述的方法，其中，该挤出的蛋白质产品在离开该流道时的温度介于40℃至110℃之间。

27.如权利要求22所述的方法，其中，该挤出的蛋白质产品在离开该流道时的温度介于55℃至90℃之间。

28.如权利要求22所述的方法，其中，该挤出的蛋白质产品在离开该流道时的温度介于70℃至85℃之间。

29.如权利要求22所述的方法，其中，该流在进入该流道时的温度介于90℃至180℃之间。

30.如权利要求22所述的方法，其中，该流在进入该流道时的温度介于100℃至155℃之间。

31.如权利要求22所述的方法，其中，该流在进入该流道时的温度介于115℃至120℃之间。

32.如权利要求22所述的方法，其中，该挤出的蛋白质产品以至少400千克/小时的速率制造。

33.如权利要求22所述的方法，其中，该蛋白质包括非动物源蛋白质。

34.如权利要求22所述的方法，其中，该方法还包括引导该流通过一转换装置。

35.如权利要求31所述的方法，其中，该方法还包括引导该流通过一静态混合器。

36.如权利要求35所述的方法，其中，该方法还包括将添加剂至少部分地混合入该流中。

37.如权利要求36所述的方法，其中，该添加剂被不完全地混合入该流中。

38.如权利要求36所述的方法，其中，该添加剂包括脂类、着色剂、水状胶体、碳水化合

物、软化剂或多元醇、酶类、pH调整剂、盐类、宏量营养素或微量营养素中的一种或多种。

39.如权利要求34所述的方法，其中，该流由该转换装置均匀地分配至该流道的该连续环路内。

40.如权利要求39所述的方法，其中，该转换装置包括圆锥形的装置以分配该流。

41.如权利要求39所述的方法，其中，该转换装置将该流分离为两个或更多个子流以分配该流。

42.如权利要求34所述的方法，其中，该转换装置预对准该流的部分以促进组织化。

用于生产挤出的蛋白质产品的系统和方法

[0001] 相关申请

[0002] 本申请要求享有于2014年6月18日提交的美国专利申请No.14/308,118的优先权，该美国专利申请是于2013年8月8日提交的国际申请No.PCT/US2013/054145的部分连续案，其全部内容以引用方式包含于此。

技术领域

[0003] 本申请大体上涉及一种用于生产挤出的蛋白质产品的系统和方法。

背景技术

[0004] 在挤出工艺上的近期发展允许生产挤出的蛋白质产品，其由动物源和/或非动物源的蛋白质来源制成，并且具有组织上与肉类相似的定向纤维。尽管这种挤出的蛋白质产品的组织和味道接近肉类，但迄今速率受到限制。因此，需要一种能够以从经济角度更可接受的速率生产具有定向纤维的挤出的蛋白质产品的方法和系统。

发明内容

[0005] 在此提供一种用于生产挤出的蛋白质产品的系统。该系统包括挤出机和伸长的模具，该挤出机被配置为生产具有蛋白质组合物的流的挤出机，该蛋白质组合物具有能形成定向纤维的蛋白质组分，该组合物具有基于组合物的干重量约15％至约90％的蛋白质含量，该流含有至少27％的水分含量；伸长的模具具有内部的纵向流道，该纵向流道被配置为从该挤出机接收该流，该纵向流道具有横向截面，该横向截面为沿该模具的长度的至少一部分的一连续环路，该流道具有配置为从蛋白质组分形成大致平行定向的定向纤维以生产挤出的蛋白质产品的长度和间隙厚度。

[0006] 在一些实施例中，该流道具有为简单封闭曲线的横向截面。该流道的横向截面可以为大致的椭圆形或大致的圆形。

[0007] 在一些实施例中，该流道具有基本为同心的内表面和外表面。

[0008] 在一些实施例中，该流道的长度和该流道的间隙厚度的比值可以在约30:1至约1000:1，约40:1至约240:1，约50:1至约160:1，或约60:1至约140:1之间。

[0009] 在一些实施例中，该流道的间隙厚度可以在约2毫米至约100毫米，约5毫米至约60毫米或者约10毫米至约30毫米之间。

[0010] 在一些实施例中，该流道的外径可以在约130毫米至约1000毫米，约160毫米至约750毫米或者约200毫米至约500毫米之间。

[0011] 在一些实施例中，该流道沿着其基本全部长度具有大致恒定的截面。

[0012] 在一些实施例中，伸长的模具可包括在该纵向流道的内部和外部的冷却装置。

[0013] 在一些实施例中，该蛋白质组合物的水分含量可以为自约27％至约85％。

[0014] 在一些实施例中，该模具可以是模块化的。

[0015] 在一些实施例中，该系统还包括在该挤出机和该模具之间的转换装置。该转换装

置被配置为将流基本均匀地分配至该流道的连续环路内。在一些实施例中，该转换装置包括一大致圆锥形的装置来分配该流。在一些实施例中，该转换装置可被配置为将流分离为两个或更多个子流以分配该流。

[0016] 在一些实施例中，该转换装置可被配置为预对准该流的部分以促进组织化。

[0017] 在一些实施例中，该转换装置还包括一静态混合器。该静态混合器可配置为将添加剂至少部分地混合入该流中。在一些实施例中，该静态混合器可配置为将添加剂不完全地混合入该流中。

[0018] 在此提供一种用于生产挤出的蛋白质产品的方法，该挤出的蛋白质产品具有大致平行定向的纤维。该方法包括生产包含蛋白质组合物的流，该蛋白质组合物具有可形成定向纤维的蛋白质组分，该蛋白质组合物具有基于该蛋白质组合物的干重量约15％至约90％的蛋白质含量，该流具有至少27％的水分含量；以及引导该流穿过模具的伸长的流道以由该蛋白质组分形成大致平行方向的定向纤维，以形成该挤出的蛋白质产品，该伸长的流道具有为连续环路的横向截面，以使得该挤出的蛋白质产品离开具有为连续环路的横向截面的该模具。

[0019] 在一些实施例中，该伸长的流道可具有间隙厚度和纵向长度。该流道的长度和该流道的间隙厚度的比值可以在约30:1至约1000:1，约40:1至约240:1，约50:1至约160:1，或约60:1至约140:1之间。

[0020] 在一些实施例中，该挤出的蛋白质产品在离开该流道时的温度可以在约40℃至约110℃，约55℃至约90℃，或约70℃至约85℃之间。

[0021] 在一些实施例中，该挤出的蛋白质产品在进入该流道时的温度可以在约90℃至约180℃，约100℃至约155℃，或约115℃至约120℃之间。

[0022] 在一些实施例中，该挤出的蛋白质产品以至少400千克/小时的速率制造。

[0023] 在一些实施例中，该蛋白质可包括非动物源蛋白质。

[0024] 在一些实施例中，该方法还包括引导该流通过一转换装置。

[0025] 在一些实施例中，该方法还包括引导该流通过一静态混合器。

[0026] 在一些实施例中，该方法还包括将添加剂至少部分地混合入该流中。该添加剂可以被不完全地混合入该流中。该添加剂可包括脂类、着色剂、水状胶体、碳水化合物、软化剂或多元醇、酶类、pH调整剂、盐类、宏量营养素、或微量营养素中的一种或更多种。在一些实施例中，该添加剂可为该挤出的蛋白质产品提供想要的外观或功能。

[0027] 在一些实施例中，该流通过该转换装置可基本均匀地分配至该流道的该连续环路内。在一些实施例中，该转换装置可包括大致圆锥形的装置以分配该流。在一些实施例中，该转换装置可将该流分割为两个或更多个子流以分配该流。

[0028] 在一些实施例中，该转换装置可预对准该流的部分以促进组织化。

[0029] 在此还提供了一种通过在此提供的方法制造的挤出的蛋白质产品。

[0030] 由对以下具体说明的理解，这些及其他各种特征以及优点都是明显的。

附图说明

[0031] 图1示出了根据一实施例的一模具。截面示于插图中。

[0032] 图2示出了根据一实施例的一模具。

[0033] 图3示出了根据一实施例的一模具。

[0034] 图4示出了根据本发明的实施例的典型的连续环路流道模具的截面。

[0035] 图5示出了根据本发明的实施例的典型的连续环路流道模具的截面。

[0036] 图6示出了根据本发明的实施例的典型的连续环路流道模具的截面。

[0037] 图7示出了根据本发明的实施例的典型的连续环路流道模具的截面。

[0038] 图8示出了20倍放大率的具有定向纤维的挤出的蛋白质产品的共焦显微照片。

具体实施方式

[0039] 尽管挤出技术已开始生产具有令人满意的组织的蛋白质产品，同时降低或者消除对动物蛋白的使用，但是生产率大体上就被维持期望的组织的需求所限制。一些消费者期望这样的产品具有酷似肉类的组织。在挤出的蛋白质产品中取得这一期望的组织的一种方法是，由产品中的一种蛋白质组分形成大致平行定向的纤维。在挤出过程中，冷却模具的流道中的表面剪切有助于平行定向纤维的形成。然而，传统的冷却模具的流道可导致不平整的剪切，其典型地具有矩形截面，该矩形截面因在矩形侧面的剪切力的集中而产生，这就会导致挤出的产品的低质量，尤其是在较高速度的情况下。另一方面，圆形的冷却模具的流道，会给在挤出过程中对产品的中心的组织化和/或冷却提出挑战，特别是在较大的直径下。并且，为了改善组织化和/或冷却而调节冷却模具的流道长度，通常会由于流道变长使得压力下降而产生挤出困难的问题。

[0040] 如再次所述的，已经发现具有有着为连续的环路的横向截面的纵向流道的模具不仅可被用于生产具有大体平行定向的纤维的高质量挤出的蛋白质产品，还可以以相对高的速率进行生产。已经发现具有连续环路截面的模具的流道相比于具有分离的侧面的流道，因消除侧面而可提供更一致的剪切率，以形成期望的组织。

[0041] 另外还已经发现，通过调节具有连续环路截面的流道的厚度和流道的长度之比，可在保持挤出的蛋白质产品的质量的同时，维持相对高的生产率，即便压力会有预期中的下降。令人惊讶的是，根据用于将挤出物供给至该模具的挤出机的性能，在此描述的方法可以至少以约400公斤/小时的速率(例如，约400公斤/小时至约1600公斤/小时，较佳地约450公斤/小时至约7000公斤/小时，更佳地约500公斤/小时至约13000公斤/小时，以此类推)或更高的速率生产挤出的蛋白质产品。

[0042] 在此提供的具有定向纤维的一种挤出的蛋白质产品通过挤压具有蛋白质组分的一种蛋白质组合物生产，该蛋白质组分可形成定向纤维。蛋白质组合物中的蛋白质组分能够形成纤维，这些纤维可如期望地定向以生产挤出的蛋白质产品。这些纤维可被定向为大致平行的方向，但不需要呈直线地定向。在一些实施例中，定向为大致平行的方向的纤维可以是被呈直线地定向(例如，沿挤出的方向纵向)或者以曲线的方式定向。这些纤维无需完全平行，且可重叠，并仍向挤出的蛋白质产品提供所期望的组织。在一些实施例中，在此提供的挤出的蛋白质产品中的纤维可以定向以使得这些纤维赋予挤出的蛋白质产品类似肉类的结构。如在此所用的，如果一种挤出的蛋白质产品具有在组织上类似于生的或是熟的动物肉品的结构，那么这一挤出的蛋白质产品就具有基本上类似肉的结构。在此提供的挤出的蛋白质产品典型地具有基于干质量大约15％至大约90％(例如，大约20％至大约80％，大约30％至大约75％，大约40％至大约85％，以此类推)的蛋白质含量、大于27％的水分含

量，以及大体平行排列的伸长的蛋白质纤维。挤出的蛋白质产品中的伸长的蛋白质纤维的密度和长度可调整以生产与不同种类的肉类相似的结构，例如鸡肉、牛肉、羊肉、猪肉、鱼肉等等。然而，应当理解的是，在此提供的挤出的蛋白质产品无需具有和肉类相同的结构或是无法与肉类相区分的结构。具有大体平行定向纤维的挤出的蛋白质产品的例子如图8所示。

[0043] 在此提供的用于生产挤出的蛋白质产品的方法可包含制造包含蛋白质组合物的流，该蛋白质组合物具有可形成定向纤维的蛋白质组分。蛋白质组合物，如在此所用的，包含至少一种蛋白质组分和水。蛋白质组分包括至少一种非动物源蛋白质、动物源蛋白质或其混合物。非动物源蛋白质可从任何适当的非动物来源(例如植物、藻类、细菌、真菌、酵母，及其类似物)得到。非动物源蛋白质的例子包括但不限于，蛋白质的未加工混合物(例如麦面粉，豆类面粉、酵母提取物、海藻提取物，及其类似物)，或者蛋白质浓缩物或蛋白质分离物形式的部分或完全纯化的蛋白质(例如玉米醇溶蛋白、谷蛋白、大豆分离蛋白、大豆浓缩蛋白，及其类似物)。动物源蛋白质可从来自任何适当的动物(例如家禽、牛、猪、马、鱼、羊、山羊、鹿，及其类似物)的任何适当的动物来源(例如肉类、蛋类、乳品，及其类似物)得到。动物源蛋白质的例子包括但不限于，蛋白质的未加工混合物(例如机械去骨的肉、鱼糜、肉末、肉糊，及其类似物)，或者部分或完全纯化的蛋白质(例如，明胶、酪蛋白、乳清、白蛋白、乳蛋白分离物，及其类似物)。在此提供的用于生产工序中的动物源或非动物源蛋白质可以是天然蛋白质的衍生物(例如同分异构体、水解液、盐类)。

[0044] 适用于在此提供的方法的蛋白质组合物的蛋白质含量，可在干成分的重量的约15％至干成分的重量的约90％的范围内。举例来说，基于蛋白质组合物的干成分的重量，蛋白质组合物的蛋白质含量可自约20％至约80％或自约30％至约85％，以此类推。蛋白质组合物中蛋白质的量和/或蛋白质的类型可调节，以调整由蛋白质组合物生产的挤出的蛋白质产品的蛋白质含量或质感。在一些实施例中，蛋白质组合物中的蛋白质含量可进行调节，以调节蛋白质组合物的粘度、胶凝性能、水结合性质、油结合性质、乳化性质或剪切性能。在一些实施例中，蛋白质组合物中包含的蛋白质组分可决定蛋白质组合物的蛋白质含量。举例来说，包含具有按干重量计算约70％的蛋白质含量的大豆浓缩蛋白的蛋白质组合物在按干成分重量计算约65％的量中，其可具有按干成分重量计算约45％的蛋白质含量。然而，包含具有按干重量计算约90％的蛋白质含量的大豆分离蛋白的蛋白质组合物在按干成分重量计算约65％的量中，其可具有按干成分重量计算约58％的蛋白质含量。

[0045] 适用于在此提供的方法的蛋白质组合物可具有按重量计算占该蛋白质组合物至少27％的水分。举例来说，水分含量可自约27％至约85％，可自约30％至约70％，可自约40％至约70％，自约50％至约65％，以此类推。蛋白质组合物的水分含量可进行调节，以调节由该蛋白质组合物生产的挤出的蛋白质产品的水分含量或质感。在一些实施例中，蛋白质组合物的水分含量可进行调节，以调节该蛋白质组合物的粘度或剪切性能，以获取使用该蛋白质组合物制得的挤出的蛋白质产品的期望的硬度、内聚性、弹性和/或咀嚼性。在一些实施例中，蛋白质组合物的水分含量可调节，以调节该蛋白质组合物中的一个或多个组分的溶解度。

[0046] 在一些实施例中，适用于在此提供的方法的蛋白质组合物还包含一个或更多个其他组分，包括但不限于碳水化合物、脂质成分、pH调整剂、调味剂、着色剂、宏量营养素、微量营养素、维生素、矿物质，等等。蛋白质组合物中的额外组分的量和类型可调整，以调整由该

蛋白质组合物生产的挤出的蛋白质产品的营养价值、味道、香味、颜色、外观和/或质感。在一些实施例中，蛋白质组合物中的额外组分的量和类型可调整，以调节该蛋白质组合物的粘度、胶凝性能、水结合性质、油结合性质、乳化性质或剪切性能。在一些实施例中，蛋白质组合物中的额外组分的量和类型可调整，以调节该蛋白质组合物中的一个或多个成分的溶解度。

[0047] 适用于在此提供的方法的蛋白质组合物可在例如美国专利No.5,922,392、美国专利公开号No.2007/0269583、美国专利公开号No.2009/0291188、美国专利公开号No.2012/0093994、欧洲专利EP1778030、EP1059040及WO 2003/007729中找到，上述专利均以引用的方式包含于此。适用于在此提供的方法的额外的蛋白质组合物可在下列文献中找到："Continuous restructuring of mechanically deboned chicken meat by HTST extrusion cooking"(Megard等，Journal of Food Science，50:1364-9(1985))，"High moisture extrusion with a twin-screw extruder:Fate of soy protein during the repetition of extrusion cooking"(矶部和野口(Isobe and Noguchi)，Nippon Shokuhin Kogoyo Gakkaishi，34:456-61(1987))，"Microstructure studies of texturized vegetable protein products:Effects of oil addition and transformation of raw material in various sections of a twin screw extruder"(Gwiazda等，Food Microstructure，6:57-61(1987))，"Texturization of surimi using a twin-screw extruder"(青木(Aoki)等，Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi，36(9):748-53(1989))，"Extrusion cooking of high moisture protein foods"(野口(Noguchi)，in Extrusion Cooking，美国谷物化学家协会，Mercier，Linko，Harper编辑(1989))，"New protein texturization process by extrusion cooking at high moisture levels"(Cheftel等，Food Reviews International，8(2):235-75(1992))，以及"Influence of process variables on the characteristics of a high moisture fish soy protein mix texturized by extrusion cooking"(Thiebaud等，Lebensm.-Wiss.U.-Technol.，29:526-35(1996))，所有这些都以引用的方式并入本文。

[0048] 利用任何适当的方法和设备可产生包含蛋白质组合物的流。举例来说，在一些实施例中，可利用挤出机产生流。适用于在此提供的方法的挤出机举例来说可包括单螺杆、双螺杆或三螺杆挤出机或环形挤出机。例如啮合同步旋转双螺杆挤出机就可用于在此提供的方法中。同步旋转双螺杆挤出机的制造商包括，例如，Coperion，Wenger，Clextral，Bersttorf，APV，Buhler，Leistritz。单螺杆挤出机的制造商包括，例如，Wenger，APV，Buhler。

[0049] 在一些实施例中，举例来说可以由来自一容器出口的泵来产生流，该容器容纳有蛋白质组合物。

[0050] 流的温度和/或粘度可调节，以调整流动行为、流动平衡或其他流的属性，例如在挤出机中的蛋白质熔化，和/或在模具中的冷却、胶凝、凝固、结构成形。例如，流可以具有自约20℃至约210℃的温度。在一些实施例中，流可以具有自约100℃至约150℃的温度。在一些实施例中，流可以具有自约50℃至约160℃的温度，自约70°至约145℃的温度，以此类推。

[0051] 流之后可被引入模具中。图1-3示出了适用于在此提供的方法的模具的100、200、300的例子。大体上，模具100、200、300包括沿着中心轴A1、A2、A3延伸的一内侧部分102、

202、302。内侧部分102、202、302具有内径D1、D2、D3，该内径D1、D2、D3自该内侧部分的一侧至另一侧穿过中心轴A1、A2、A3测得，并且该内侧部分稳固地容纳于一外侧部分106、206、306内，该外侧部分具有外径D4、D5、D6，该外径D4、D5、D6自该外侧部分的一侧至另一侧穿过中心轴A1、A2、A3测得，其中该外径D4、D5、D6大于该内径D1、D2、D3。内侧部分102、202、302可采用任何适当的部件在沿着模具的长度的一个或多个点处支撑于该外侧部分106、206、306内，例如采用至少一支撑腿204(例如1、2、3、4、5等等)、一连接板304，或经由一转换装置500。在一些实施例中，该内侧部分可由超出该外侧部分的长度的部件支撑。

[0052] 内侧部分102、202、302和外侧部分106、206、306被隔开以定义出内部的纵向流道110、210、310，纵向流道具有横向截面S1，该截面S1是沿着该模具的长度L1、L2、L3的至少一部分的一连续环路。内侧部分102、202、302和外侧部分106、206、306排列为使得内径D1、D2、D3定义出流道110、210、310的内表面112、212、312，其大体上平行于由外径D4、D5、D6所定义的外表面114、214、314。内部的纵向流道110、210、310具有由内表面112、212、312和外表面114、214、314限定的间隙厚度T1、T2、T3。间隙厚度T1、T2、T3在沿流道110、210、310的长度B1、B2、B3的各处可以是相同的或是不同的。

[0053] 内部的纵向流道110、210、310具有第一端116、216、316，在该第一端处或附近安置有入口118、218、318，其配置为使得包含蛋白质组合物的流沉积入该流道110、210、310内。内部的纵向流道110、210、310还具有第二端(即出口)120、220、320，挤出的蛋白质产品自该第二端离开该流道110、210、310。内部的纵向流道110、210、310的长度为B1、B2、B3，自该入口118、218、318至该第二端120、220、320测得。

[0054] 内部的纵向流道的适当外径可以为约130至约2500毫米(例如，自约160毫米至约1200毫米，约200毫米至约1000毫米，约250毫米至约500毫米，约300毫米至约450毫米，约325毫米至约400毫米，以此类推)。内部的纵向流道的内径和外径可调节为适于提供所期望的的间隙厚度T1、T2、T3。间隙厚度可以为约2毫米至约100毫米(例如，自约5毫米至约60毫米，自约5毫米至约30毫米，以此类推)。在一些实施例中，内径和/或外径可被调节，以调节挤出的蛋白质产品的生产率。例如，在一些实施例中，可增大内径和外径，以提高挤出的蛋白质产品的生产率。

[0055] 在一些实施例中，可选取间隙厚度从而提供所期望的穿过该内部流道的蛋白质组合物的冷却率。举例来说，较小的间隙厚度可提供较快的冷却率，而较大的间隙厚度则可提供较慢的冷却率。在一些实施例中，冷却率会影响到在蛋白质组合物穿过内部流道时其中的纤维如何定向。在一些实施例中，可选取冷却率从而提供沿由蛋白质组合物产出的挤出的蛋白质产品的厚度方向各处大致一致的纤维定向，或是相比于挤出的蛋白质产品的内部部分在挤出的蛋白质产品的表面附近提供不一致的定向。

[0056] 在一些实施例中，可选取间隙厚度从而提供期望的剪切率。剪切率会影响当蛋白质组合物穿过内部流道时其纤维定向。然而可以这样理解，除间隙厚度以外的各种因素也可影响剪切率，例如蛋白质组合物的温度、蛋白质组合物的成分含量、构成该流道的内表面和外表面的材料，等等。

[0057] 模具的内部的纵向流道的连续环路可以为任何几何形状的简单封闭曲线，例如大致的椭圆形(例如，圆形、卵形等等；图4)、大致的多边形形状(如矩形、十二面体，等等；图5)、或不规则的形状(例如，片状；图6)。如此，可以理解在此所述的直径，视流道的几何形状

而定，是指自流道一侧的内表面至流道另一侧的内表面，并由沿穿过该流道的中心轴线的一直线所测得(对于内径)，或是指自流道一侧的外表面至流道另一侧的外表面，并由沿穿过该流道的中心轴线的一直线所测得(对于外径)。例如，若流道的连续环路为一圆形几何状的简单封闭曲线，那么该直径从该轴线至该流道的内表面在该流道的横向截面上的任何点都会是大致相同的。在另一个例子中，若流道的连续环路为矩形几何状的简单封闭曲线，则该直径在该流道的横向截面上沿流道的内表面上各点之间是变化的。在一些实施例中，从流道的横向截面来看，流道的内表面和外表面可呈不同的几何形状轮廓(例如，图7)。例如，流道的内表面可呈圆形几何状而外表面可呈八边形几何状。可以理解的是，具有两个不同几何形状的内表面和外表面的流道仍需限定一间隙厚度，尽管该间隙厚度在该流道的不同点可能是不同的。在一些实施例中，该流道的连续环路的截面沿该流道的长度方向保持不变。通常，可减少由锐角造成的不均匀剪切力的简单封闭曲线几何形状是较佳的。例如，具有大体椭圆形的几何形状，比如，举例来说，图4中所示出的那些，或者仅具有大角度的几何形状，比如图5中标为“A”的几何形状，就相比于图5中标为“B”或“C”或图6-7中示出的几何形状更佳。

[0058] 内部的纵向流道110、210、310配置为在蛋白质组合物沿该流道的长度B1、B2、B3流过时使得该蛋白质组合物的纤维定向为大体上纵向定向。纵向流道110、210、310可具有约50厘米至约500厘米(例如自约50厘米至约460厘米，自约100厘米至约300厘米，自约130厘米至约200厘米，以此类推)的长度。纵向流道的长度可选取，从而提供蛋白质组合物在该纵向流道内较佳的停留时间。例如，可选取纵向流道的长度以提供约10秒至约1200秒(例如，自约30秒至约600秒，自约60秒至约300秒，自约160秒至约240秒，以此类推)的停留时间。通常，更长的纵向流道可提供更长的停留时间，而更短的纵向流道可提供更短的停留时间。然而，应当理解的是，停留时间会受到各种因素的影响，包括但不限于蛋白质组合物的流率和/或速度及冷却模具的大小。纵向流道中的期望停留时间可调节，以提供适于生产具有期望的质感的产自蛋白质组合物的挤出的蛋白质产品的条件。

[0059] 在一些实施例中，流道长度和间隙厚度的比值在大约30:1至大约1000:1(例如，自约40:1至约240:1，自约50:1至约160:1，自约60:1至约140:1，以此类推)的范围可进行选取，以配置内部的纵向流道110、210、310，来将蛋白质组合物的纤维定向为大致纵向方向。流道长度和间隙厚度的比值可选取以提供期望的冷却率、期望的停留时间和/或期望的剪切率，来提供所期望的挤出的蛋白质产品的质感。例如，较低的比值(例如30:1)大体上会造成较快的冷却率，而较高的比值(例如1000:1)大体上会允许较慢的冷却率。

[0060] 流道的表面组织、表面材料、温度以及长度可调整，从而向挤出的蛋白质产品提供期望的质感和/或控制流道中蛋白质组合物的平衡和/或流动。为了控制和/或调节内部的纵向流道110、210、310的温度，模具100、200、300沿着流道110、210、310的长度B1、B2、B3的至少一部分可具有一个或更多个冷却装置140、160、240、260、340、360。在一些实施例中，模具100、200、300包括冷却内表面112、212、312的冷却装置140、240、340。在一些实施例中，模具100、200、300包括冷却外表面114、214、314的冷却装置160、260、360。冷却装置可采用任何适当的方法冷却内部的纵向流道的内表面和/或外表面。举例来说，冷却装置140、160、240、260、340、360内可使用冷却流体(例如，水、酒精、制冷剂、空气，或其他类似物；未示出)，以冷却内表面112、212、312和/或外表面114、214、314。在一些实施例中，流道的至少一

部分可被制冷腔穿过。在一些实施例中，流道的至少一部分通过液体的蒸发来冷却。尽管内表面和外表面以相近的速率得到冷却会是较佳的，但内表面和外表面无需以相同方式冷却或以相同速率冷却。举例来说，如果期望在挤出的蛋白质产品的一个表面获得与另一个表面不同的质感，那么就可以不同的速率冷却内表面和外表面。

[0061] 在一些实施例中，为了调整以在此提供的方法生产的挤出的蛋白质产品的质感，沿流道长度方向的流道的不同部分的温度可以是不同的。例如，流道110、210、310可以被冷却使其在较靠近第二端120、220、320处相比于在第一端116、216、316和/或入口118、218、318冷却到更低的温度，以使得当蛋白质组合物在流向第二端120、220、320时变得越来越冷。冷却装置140、160、240、260、340、360可酌情配置以提供所期望的冷却效果，比如，举例来说，通过使得该冷却装置具有一冷却流体入口142、162、242、262、342、362和一冷却流体出口144、164、244、264、344、364，其被安置以在需要较低温度的地方提供最冷的冷却流体并在需要较暖温度的地方提供较暖的冷却流体。在另一个例子中，多个冷却装置可用于沿着内表面和/或外表面提供区域冷却。在一些实施例中，并行和逆流冷却流体流动可被用于分离的部分或区域。

[0062] 在一些实施例中，流道可包含一出口以使得多余的水分得以逸出和/或从蛋白质组合物中释放不想要的味道。在一些实施例中，为了调整通过在此提供的方法生产的挤出的蛋白质产品的质感，在流道沿其长度方向上的不同部分，表面组织、表面材料、和/或温度可以是不同的。

[0063] 在一些实施例中，模具可以模块化的，从而可调节在此提供的模具的内部的纵向流道的总长度，或为模具提供位于沿着模具的长度的一位置的特征。在一些实施例中，模块化组件可包含额外的端口或出口，或包含冷却装置。在一些实施例中，不同的模块化组件可具有有着不同的表面组织和/或材料的流道。在一些实施例中，模块化的模具装置可包含两个或更多个模块，这些模块可如所想要的那样设置以获得期望的对流的处理。

[0064] 通常，在此提供的模具和流道的各个部分的大小可根据供给至流道内的流的体积和/或流率酌情调整。例如，模具的大小可调整为与挤出机的性能相适配，该挤出机生产被供给至该模具的该流道中的流。模块化的模具可提供根据需要调节模具的大小的能力。

[0065] 在一些实施例中，包括蛋白质组合物的流可进入模具的流道，其温度在约90℃至约180℃(例如，自约100℃至约155℃，自约115℃至约120℃，以此类推)。在一些实施例中，当挤出的蛋白质产品离开模具的流道时其温度可以为约40℃至约110℃(例如，自约55℃至约90℃，自约70℃至约85℃，以此类推)。流的冷却率可根据流进入该模具的入口时和流离开该模具时的温度的变化和该停留时间计算。

[0066] 在一些实施例中，包含蛋白质组合物的流在离开挤出机之后且进入模具之前，可被引导穿过一转换装置500、600。转换装置可包括一组件，其适于将包含蛋白质组合物的流分配至具有呈连续环路的横向截面的纵向流道内。在一些实施例中，转换装置可配置为基本均匀地将流分配至流道的连续环路内。例如，在一些实施例中，转换装置可具有大致呈圆锥形或鱼雷形的装置以将流分配至具有呈连续环路的横向截面的纵向流道内。在一些实施例中，转换装置可配置为将流分割为两个或更多个子流，从而将流分配至具有呈连续环路的横向截面的纵向流道内。

[0067] 在一些实施例中，转换装置可具有用于在该模具的外部部分内支撑该模具的内部

部分的结构(例如,蜘蛛架芯轴(spider leg mandrel))。

[0068] 在一些实施例中,转换装置可具有一工具以预对准流的纤维,从而促进组织化。用于预对准流的纤维的工具包括但不限于,一多孔板(breaker plate)、一系列折流板(baffles)和一个层流静态混合器,及其类似物。

[0069] 在一些实施例中,转换装置具有额外的端口以在蛋白质组合物进入模具的纵向流道之前向其加入添加剂。任何适当的添加剂都可添加至在此提供的方法中的蛋白质组合物中。例如,添加剂可包括动物源或非动物源脂类、着色剂(例如,水溶性着色剂和/或油溶性着色剂)、水状胶体、碳水化合物、酶类、pH调整剂、盐类、宏量营养素或微量营养素中的一种或多种。

[0070] 在一些实施例中,包含蛋白质组合物的流可流动穿过转换装置内的静态混合器。该静态混合器可配置为至少部分地将一添加剂混合至流中。在一些实施例中,该静态混合器可配置为将一添加剂不完全地混合至流中。在一些实施例中,添加剂与流的不完全的混合可产生想要的效果,例如大理石纹理的效果。该添加剂可以是脂类、着色剂、水状胶体、碳水化合物、软化剂或多元醇、酶类、pH调整剂、盐类、宏量营养素或微量营养素中的一种或更多种。

[0071] 脂类的例子包括但不限于,脂肪(例如,蜂蜡、棕榈蜡、猪油、黄油、棕榈脂、可可脂,等等)和油(例如,菜籽油、葵花油、橄榄油、大豆油、芝麻油、棉籽油、米糠油、玉米油、花生油、红花油、鱼油、海藻油、磷虾油,等等)。

[0072] 着色剂的例子包括但不限于,自然的颜料(例如,焦糖色素、胭脂树红、甜菜红、番茄红素、β-胡萝卜素、胭脂虫提取物、水果提取物、植物提取物等等),人工染料(例如,FD&C蓝色1号、FD&C蓝色2号、FD&C绿色3号、FD&C红色3号、FD&C红色40号、FD&C黄色5号、FD&C黄色6号等等),色淀(例如,胭脂红等等),以及其他赋予色彩的添加剂(例如,二羟丙酮、过氧化氢、二氧化钛等等)。

[0073] 水状胶体的例子包括但不限于,果胶、树胶(例如,黄原胶、阿拉伯胶、印度胶、黄芪胶、糖胶树胶、达玛树脂、乳香脂、塔拉胶、云杉胶、洋车前子壳、结冷胶、瓜尔豆胶、刺槐豆胶、魔芋胶等等)、藻酸盐、纤维素、琼脂和卡拉胶。

[0074] 碳水化合物的例子包括但不限于,天然淀粉、改性淀粉(例如,预糊化、混合、改性、水解、机械、化学、热、酶促地改性以及高压改性)、单糖(如葡萄糖、果糖)、低聚糖(例如,蔗糖、乳糖、麦芽糖、麦芽糖糊精)、可溶性纤维(如β-葡聚糖、菊糖、果聚糖、聚葡萄糖)、不溶性纤维(纤维素、半纤维素、糊精)、和改性纤维。碳水化合物可以作为一个纯的碳水化合物或作为例如谷物(如小麦、大麦、玉米、水稻、黑麦、小米、燕麦等等)或伪谷物(例如苋菜、藜麦、荞麦等等)面粉的成分的一部分加入。

[0075] 软化剂或多元醇的例子包括但不限于糖醇类(例如,甘油、山梨醇)、糖以及丙二醇。

[0076] 酶的例子包括但不限于,谷氨酰胺转胺酶或其它蛋白质交联酶,肽水解酶、脂肪酶、淀粉酶、蛋白酶和过氧化氢酶。

[0077] pH值调整剂的例子包括但不限于,酸(例如,柠檬酸、抗坏血酸、乳酸或其他有机酸,或其他类似物),碱(例如,氢氧化钙、氢氧化钠,及其类似物),以及缓冲剂。

[0078] 盐类的例子包括但不限于,有机盐(例如柠檬酸盐、酒石酸盐、山梨酸盐等等)和无

机盐(例如,氯化钠、氯化镁、氯化钙、氯化钾、重亚硫酸盐、偏亚硫酸氢盐、磷酸钙,等等)。

[0079] 宏量营养素的例子包括但不限于,碳水化合物、脂肪、蛋白质、必需氨基酸、脂肪酸。微量营养素的例子包括但不限于,钙、钾、维生素、有机酸等等。

[0080] 在一些实施例中,转换装置可包括其他适当的组件,例如用于在流进入模具之前调节流的大小的组件。举例来说,流可由基本圆形的或图8的截面被改变为矩形截面,抑或是从图8的截面被改变为圆形截面。额外的适当的组件可包括冷却组件、加热组件,等等。

[0081] 还提供了用于实施各种在此描述的方法的系统。用于实施在此提供的方法的系统可包括一挤出机和具有大致如上所述的特征的一模具装置。在一些实施例中,系统还可包括如上所述的转换装置。用于生产挤出的蛋白质产品的系统的各个实施例在图1-3中示出。

[0082] 图1示出一实施例的系统,其中转换装置500配置为在将流分割为6个子流并引导其进入流道110内之前改变流的大小。

[0083] 图2示出一实施例的系统,其中转换装置600包括大致圆锥形的部分620,其配置为将流分配至流道210内。模具200配置为包括提供内表面212的内侧部分202,该内侧部分202由支撑腿204支撑于外侧部分206内部,该外侧部分206提供外表面214。

[0084] 图3示出不具有转换装置的一系统。模具300包括提供内表面312的内侧部分302,该内侧部分302经由位于流道310的第一端316的连接板304连至外侧部分306。入口318位于邻近第一端316处,这使得包含蛋白质组合物的流得以在模具300的顶部或在接近模具300的顶部进入并绕着流道310的连续环路并朝着第二端320流动。

[0085] 在此提供的系统可包含适于生产挤出的蛋白质产品的任何额外的组件。例如,系统可包括配置为将挤出的蛋白质产品切割成想要的尺寸或形状的一个或更多个切割器。一切割器可被包含于流道的第二端处或靠近第二端处。在一些实施例中,一切割器(例如,如图2-3中所示标记为280(连至承载座282)、380)可以是一刀片,其配置为在挤出的蛋白质产品离开模具的纵向流道之前或之中又或是之后,纵向切割挤出的蛋白质产品,以制造平的单片的挤出的蛋白质产品或制造多条的挤出的蛋白质产品。在一些实施例中,切割器(例如一旋转刀片)可配置为在挤出的蛋白质产品离开模具的纵向流道时或是在之后立即横向地切割挤出的蛋白质产品。

[0086] 例子

[0087] 实例1

[0088] 表1-3提供了与图3所示的相似的一系统的几个测试的样本的条件和挤出率。如所示,包含蛋白质组合物的流被产生为具有基于挤出的产品约53%至约66%的水分含量,以及大约20%至约30%的蛋白质含量(来自大豆浓缩蛋白或大豆分离蛋白),以及约5%至9%的碳水化合物含量(来自大豆成分及其他面粉),在约446千克/小时至约1024千克/小时的速率使用Buhler BCTG-62型号的挤出机,如图所示。流被供给进入具有一流道的一模具,该流道具有大约30.2厘米的内径、大约32.7厘米的外径及大约1.25厘米的间隙厚度。该模具自入口至出口的长度大约150厘米。在测试2中测得,流在该挤出机及该模具的流道中的停留时间大约为4分20秒。每一测试中模具的流道中的停留时间都根据模具的大小、测得的产品密度、速率进行计算,并提供在表1-3中。冷却水以并行流的方式被供给至内套管和外套管内。根据速率以及其他工艺条件,用于内部冷却和外部冷却的入口温度可自约10℃至约50℃间变化,出口温度可自约50℃至约65℃间变化。

[0089] 在各个实例中，类似于肉类，挤出的蛋白质产品具有定向为大致平行的方向的纤维。

[0090] 表1

[0091]

参数	单位	测试 1	测试 2	测试 3	测试 4
总速率	Kg/hr	446	460	473	495
蛋白质流组合物					
水分	%	53.2	53.7	54.0	54.5
油	%	7.1	7.9	8.6	9.6
碳水化合物	%	9.4	9.2	8.9	8.5
蛋白质	%	25.8	25.1	24.3	23.3
挤出机参数					
螺杆转速	Rpm	918	918	918	918
筒 2 温度	℃	82.2	82.2	82.2	82.2
筒 3 温度	℃	93.3	93.3	93.3	93.3

[0092]

参数	单位	测试 1	测试 2	测试 3	测试 4
筒 4 温度	℃	98.9	98.9	98.9	98.9
筒 5 温度	℃	110.0	106.7	107.2	107.2
筒 6 温度	℃	112.8	109.4	110.0	110.0
筒 7 温度	℃	112.8	109.4	110.0	110.0
比机械能	Wh/kg	77	70	65	58
挤出机模具参数					
组合物温度	℃	120.6	118.3	114.4	110
压强	PSI	345	331	312	292
计算的停留时间	Min.	3.17	3.08	2.99	2.86

[0093] 表2

[0094]

参数	单位	测试 5	测试 6	测试 7	测试 8	测试 9
总速率	Kg/hr	510	789	809	806	906
蛋白质流组合物						
水分	%	61.3	61.4	61.0	61.4	65.6
油	%	4.0	4.1	4.0	4.0	3.6
碳水化合物	%	8.2	8.2	8.2	8.2	7.3
蛋白质	%	22.6	22.4	22.4	22.5	20.0
挤出机参数						
螺杆转速	Rpm	918	813	820	919	918
筒 2 温度	℃	82.2	82.2	82.2	82.2	82.2
筒 3 温度	℃	93.3	93.3	93.3	93.3	93.3
筒 4 温度	℃	98.9	98.9	98.9	98.9	98.9
筒 5 温度	℃	106.7	128.9	126.7	126.7	126.7
筒 6 温度	℃	110.0	128.3	126.7	126.7	126.7
筒 7 温度	℃	110.0	128.3	126.7	126.7	126.7
比机械能	Wh/kg	55	35	33	31	25
挤出机模具参数						
组合物温度	℃	11.7	110.6	116.1	110.6	101.1
压强	PSI	206	250	237	215	192
计算的停留时间	Min.	2.77	1.80	1.75	1.76	1.56

[0095] 表3

[0096]

参数	单位	测试 10	测试 11	测试 12	测试 13	测试 14	测试 15
总速率	Kg/hr	785	776	770	927	1024	692
蛋白质流组合物							
水分	%	60.4	59.9	59.6	59.7	58.1	55.0
油	%	4.1	4.2	4.2	4.2	4.3	4.7
碳水化合物	%	8.4	8.5	8.6	8.6	8.9	4.7
蛋白质	%	23.1	23.4	23.5	23.5	24.4	31.8
挤出机参数							
螺杆转速	Rpm	918	918	918	918	918	918
筒 2 温度	℃	82.2	82.2	82.2	82.2	82.2	82.2
筒 3 温度	℃	93.3	93.3	93.3	93.3	93.3	93.3
筒 4 温度	℃	98.9	98.9	98.9	98.9	98.9	98.9
筒 5 温度	℃	156.7	142.2	146.1	151.7	161.1	151.7
筒 6 温度	℃	160.6	148.9	146.1	152.8	160.0	151.7
筒 7 温度	℃	159.4	142.2	146.1	151.7	160.6	151.7
比机械能	Wh/kg	32	34	35	37	44	21
挤出机模具参数							
组合物温度	℃	116.1	118.3	118.3	115.0	116.1	124.4
压强	PSI	288	307	309	354	425	164
计算的停留时间	Min.	1.80	1.83	1.84	1.53	1.38	2.05

[0097] 实例2

[0098] 使用模具1-8(表4)的各个来生产挤出的蛋白质产品,该模具具有横向截面为一连续环路的纵向流道,该模具的参数在表4中示出。简单来说,使用一挤出机产出包含蛋白质组合物的流,并将流引导进入如表4中说明的模具,以生产具有定向至大致平行的方向的纤维的挤出的蛋白质产品。

[0099] 表4

[0100]

参数	模具 1	模具 2	模具 3	模具 4	模具 5	模具 6	模具 7	模具 8
外径(mm)	520	160	327	2500	2500	327	327	327
内径(mm)	495	110	302	2475	2475	317	317	317
间隙厚度 (mm)	12.5	25.0	12.5	12.5	12.5	5.0	5.0	5.0
长度(mm)	380	740	620	1500	2800	1500	1500	3800
长度：间隙厚度	30:1	30:1	50:1	120:1	224:1	300:1	300:1	760:1
总速率 (kg/hr)	400	400	400	7000	13000	400	1025	1025

[0101] 实例3

[0102] 采用与实例1的测试14相似的条件生产的挤出的蛋白质产品的样品被在挤出的方向上切成0.5英尺的条。样品的表面以0.01％的罗丹明B溶液着色以诱导蛋白质的荧光。该样品采用奥林巴斯FV100共焦显微镜在543nm的激发波长和555-655nm的采集波长以20倍的物镜成像。Z轴叠加成像(Z stacks)以10微米的间隔采集并数字化结合，以可视化样品的表面形貌。如图8中的显微照片所示，样品显示出蛋白质形成定向为大致平行的方向的纤维。

[0103] 上述实施方式及其他实施方式均在以下权利要求的保护范围之内。本领域技术人员应当理解本发明可以除公开的这些实施方式以外的方式实施。公开的这些实施例是为了作为示例而非限制本发明的保护范围。

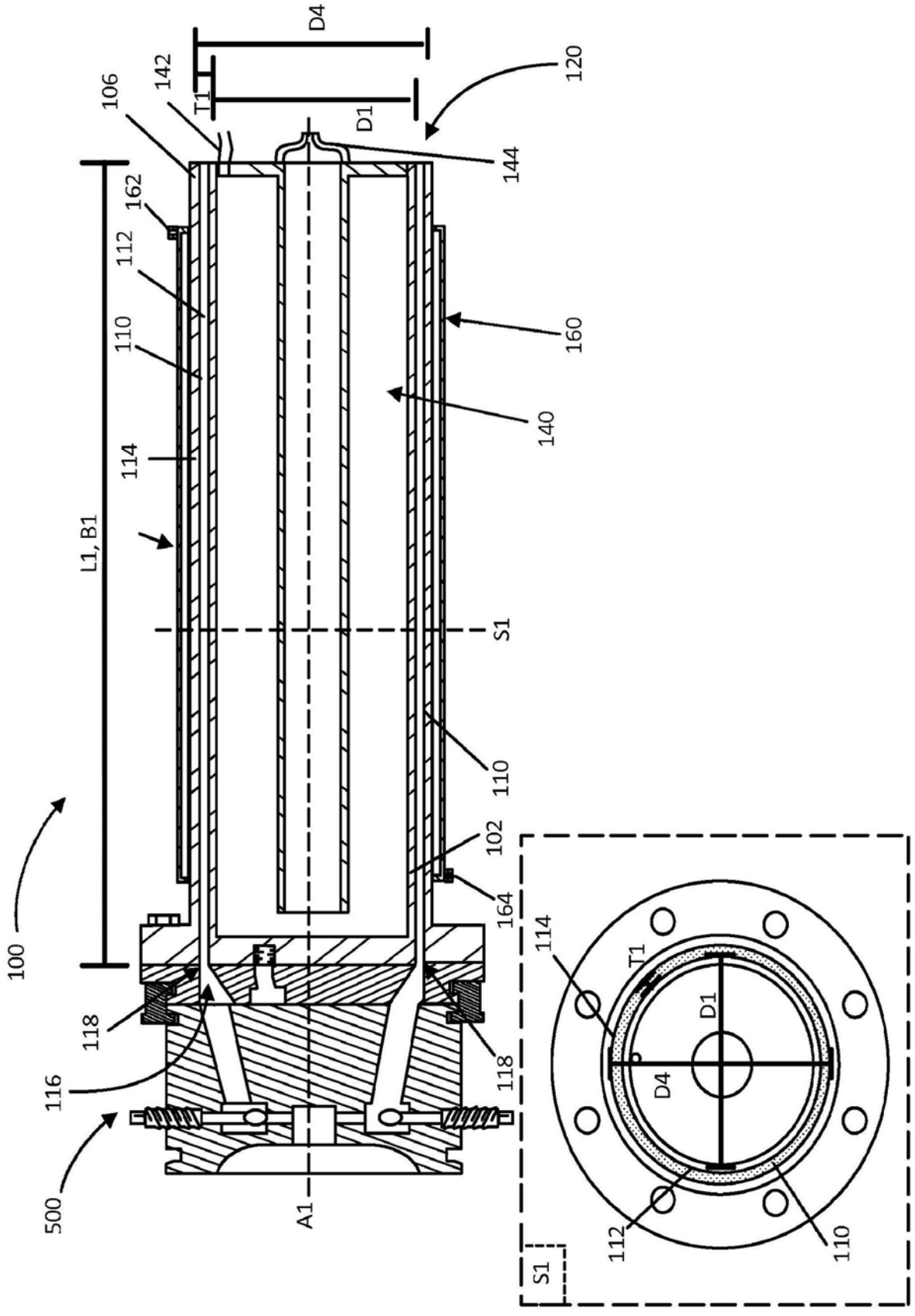

D4
142
T1
106
D1
120
144
162
112
110
160
140
114
L1, B1
S1
110
102
164
100
118
116
118
500
A1
114
T1
D1
D4
112
110
S1

图1

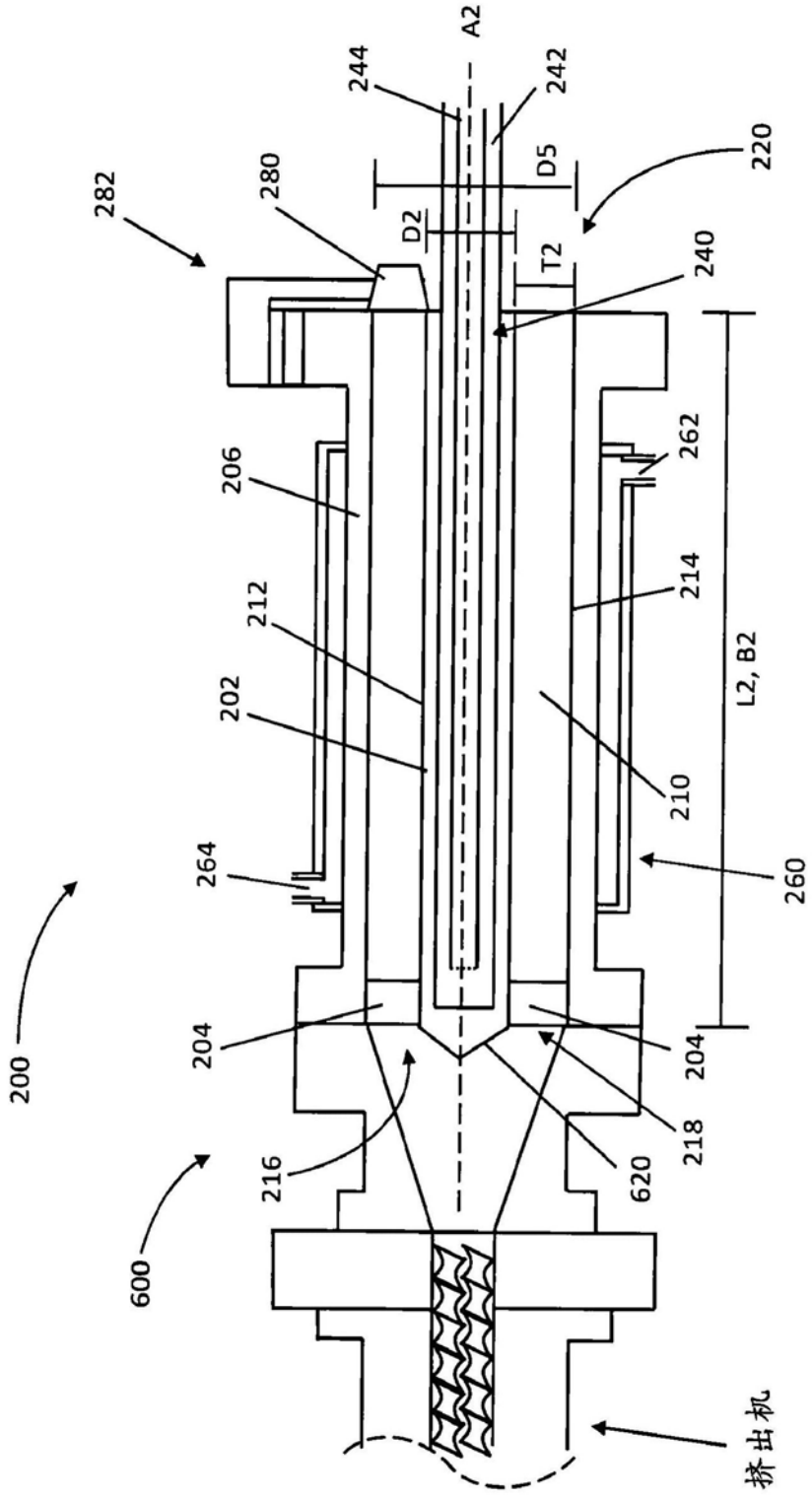

A2
244
242
220
D5
280
282
D2
T2
240
262
206
214
212
L2, B2
202
210
264
260
200
204
204
218
216
620
600
挤出机

图2

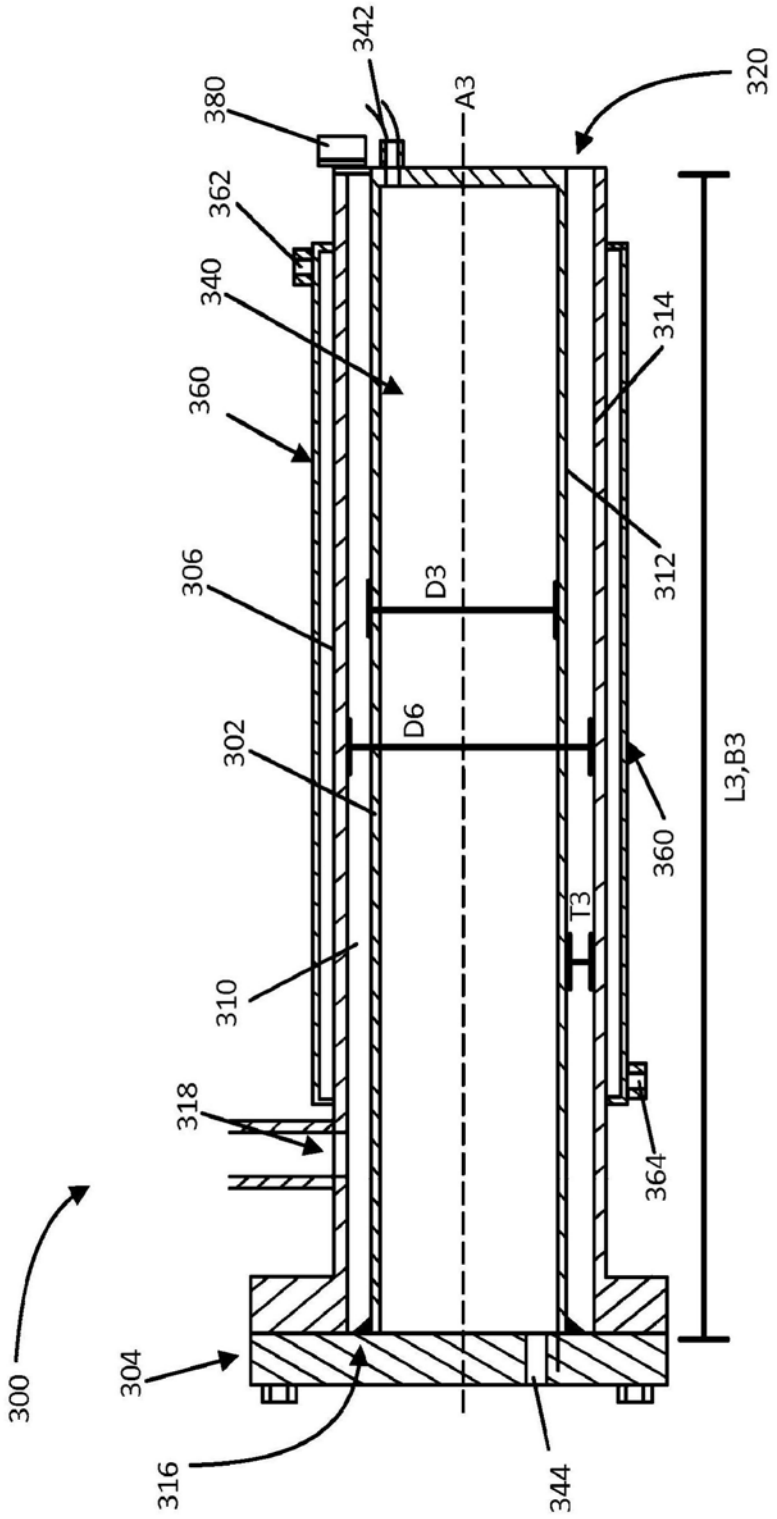

342
380
A3
320
362
340
314
360
306
D3
312
D6
302
L3,B3
360
T3
310
318
364
300
304
316
344

图3

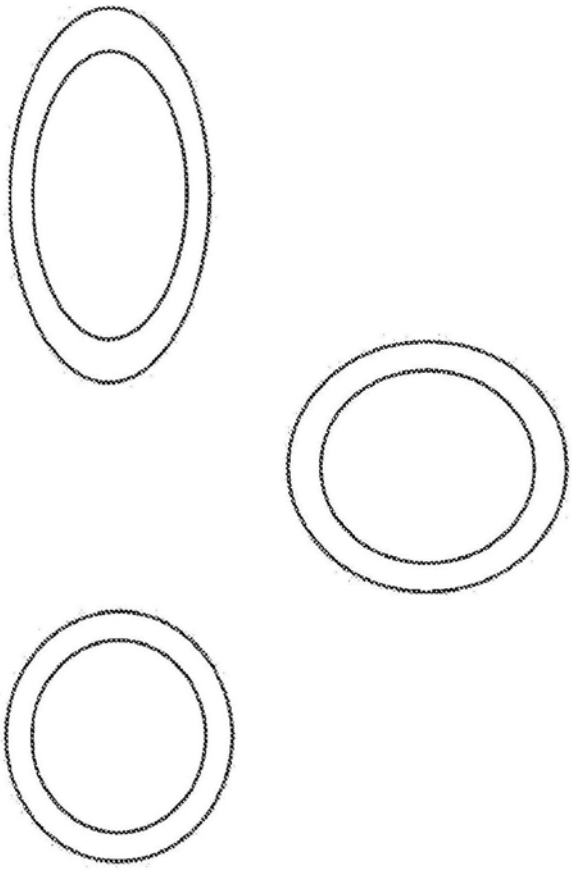


图4

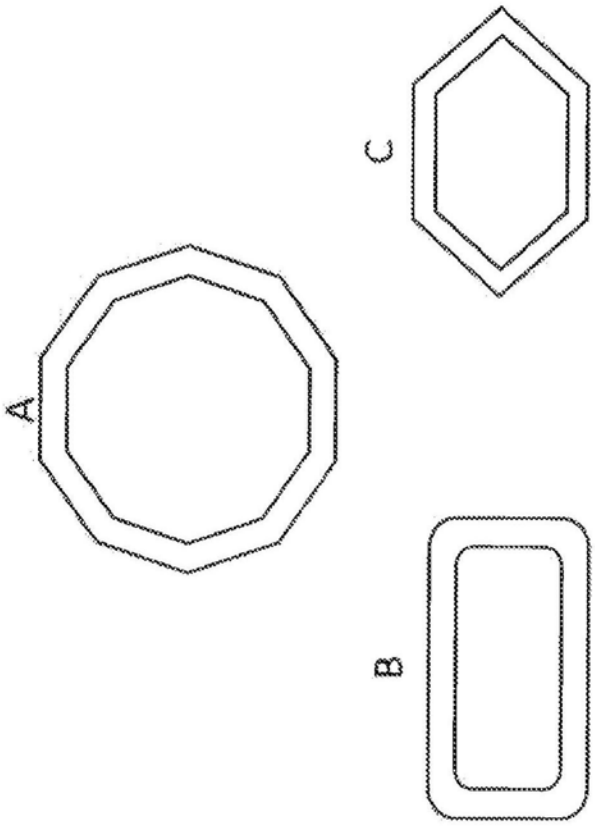


图5

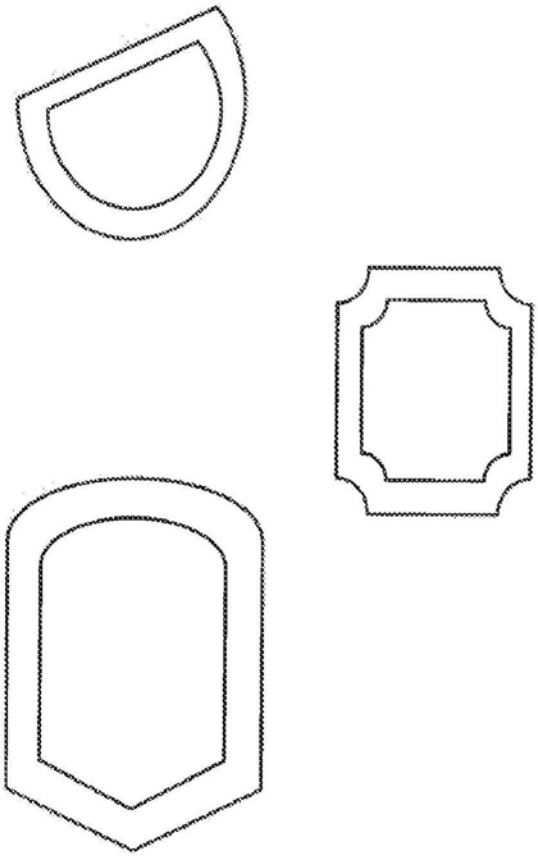


图6

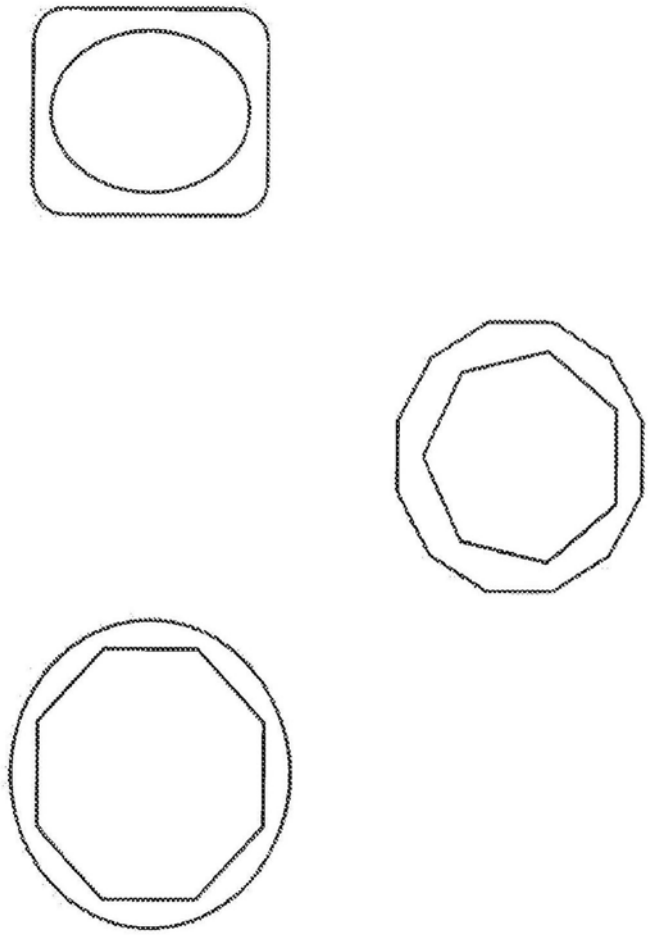


图7

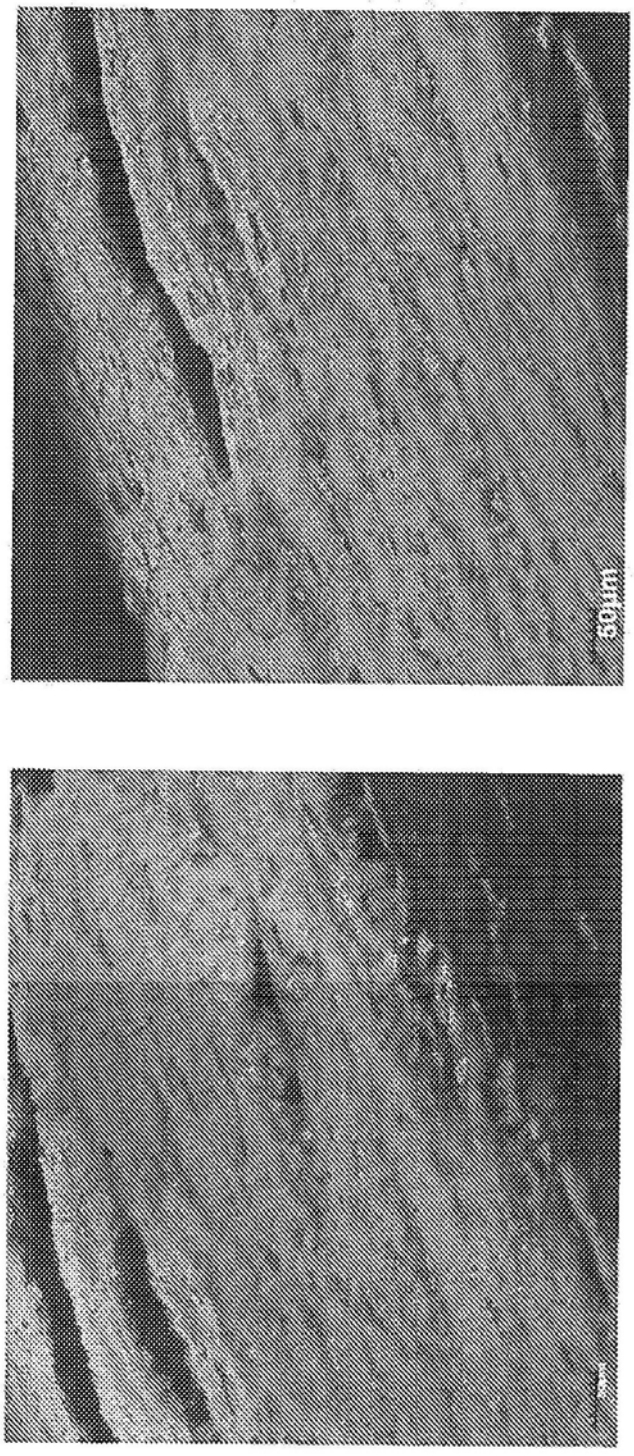


图8