

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

A23K 1/22



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 99807580.9

[45] 授权公告日 2004 年 11 月 10 日

[11] 授权公告号 CN 1174686C

[22] 申请日 1999.2.19 [21] 申请号 99807580.9

[30] 优先权

[32] 1998.4.30 [33] US [31] 09/070576

[86] 国际申请 PCT/US1999/003624 1999.2.19

[87] 国际公布 WO1999/056555 英 1999.11.11

[85] 进入国家阶段日期 2000.12.19

[71] 专利权人 密执安州大学

地址 美国密执安州

[72] 发明人 B·E·达勒 J·K·维弗

审查员 闫心奇

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

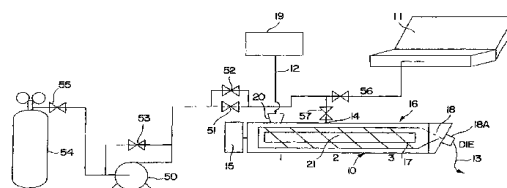
代理人 曾祥凌 黄力行

权利要求书 3 页 说明书 15 页 附图 12 页

[54] 发明名称 处理纤维素材料的设备

[57] 摘要

描述了用于膨胀纤维素材料的一方法和螺杆-套筒设备(10)。膨胀的纤维素材料可用作一动物饲料和发酵方法的一营养源。



ISSN 1008-4274

1. 一种设备，用于生产一爆发性膨胀的木质纤维素材料，其包括：

(a) 至少一个以相对端部安装在一挤压机的套筒内的可旋转的螺杆，通过套筒到螺杆的用于木质纤维素材料的一送料入口，和从螺杆和套筒输出的一饲料出口，和位于套筒的端部之间的加热与冷却装置；

(b) 含有加压的液态氨的一输送箱；

(c) 带有一泵的输送管线，从输送箱通向套筒内的一液体入口，其在送料入口下游侧在包含搓揉块的一混合区域，以混合氨与木质纤维素材料，并且防止液态氨流向送料入口，该输送管线包含在泵之后的一单向阀，该阀被设定成在液态氨被输送给液体入口的压力下打开，而在高于液态氨的蒸发压力以上时关闭；和

其中通过套筒到螺杆的一液体入口是在端部中间，以从输送箱输送液态氨，由此在压力下液态氨被输送给螺杆，并且在套筒内作为液化的氨被保持在压力下，从而通过螺杆的转动木质纤维素材料从套筒经一模具装置上的开口在饲料出口排出时，通过液体到气体的改变，使含有液态氨的纤维素材料爆发性地膨胀，在模具装置内有至少一个加热件，所述加热件适于加热模具装置，以在从模具装置排出液态氨时，使液态氨爆发性地膨胀，其中挤压机、在模具装置内的开口和在模具装置内的加热件相互配合，使得相对于被引入送料入口内之前的木质纤维素材料来说，膨胀过的木质纤维素材料在总的可获得的糖含量方面有增加，并且其中邻近在饲料出口处的模具装置的一螺纹件朝螺杆的一纵轴线向内呈锥形，以迫使带有液态氨的木质纤维素材料排出模具装置。

2. 如权利要求1所述的设备，其特征是：该模具装置具有一开口，其向内呈锥形，使得纤维素材料在排出之前被模具压缩。

3. 如权利要求1或2所述的设备，其特征是：所述套筒设有沿其长度布置的间隔开的加热和冷却元件作为加热和冷却装置，用于将木质纤维材料保持在一定温度，该温度有利于纤维素材料在排出模具装置时的膨胀。

4. 一种系统，用于使用液态氨爆发性地膨胀一木质纤维素材料，其包括：

(a) 一设备, 该设备带有以相对端安装在一挤压机的一套筒内的至少一个可旋转螺杆, 在上游的一端通过套筒到该螺杆的用于木质纤维素的一饲料入口, 和从螺杆和套筒输出、用于木质纤维素的一饲料出口, 其中邻近饲料出口的螺杆的一螺纹件向内朝螺杆的一纵轴线呈锥形, 并其中螺纹件具有螺纹螺旋片, 而邻近饲料出口的其中一个螺旋片提供了该锥形的端部, 以及位于套筒端部之间的加热和冷却装置, 用于液态氨的通过在端部中间的套筒到螺杆的一液体入口, 由此在压力下液体经液体入口被输送给螺杆, 并且在套筒内作为液态氨而保持在压力下, 从而通过螺杆的转动木质纤维素材料从套筒经一受热模具装置处的开口在一饲料出口处排出时, 通过液体到气体的改变, 使含有液态氨的一木质纤维素材料爆发性地膨胀, 在模具装置中有至少一个加热件, 所述加热件加热模具装置, 以使液体爆发性地膨胀;

(b) 一液体输送箱, 含有加压的液态氨并且被连接到液体入口的入口上;

(c) 带有一泵的输送管线, 其从输送箱通向套筒内的一液体入口, 其在送料入口的下游在一包含搓揉块的混合区域, 以混合氨与木质纤维素材料, 并且防止液态氨流向送料入口, 该输送管线包含在泵之后的一单向阀, 该阀被设定成在液态氨被输送给液体入口的压力下打开, 而在高于液态氨的蒸发压力以上时关闭;

(d) 一限定的空间, 在该空间内设置系统与设备的操作者分离, 并且连续地清除从爆发性地膨胀过的木质纤维素材料释放出的氨; 和

(e) 邻近模具装置而相隔有限空间的气体排出装置, 以在木质纤维素材料爆发性地膨胀时将从液态氨和木质纤维素材料所释放的氨排出到模具装置外侧, 其中挤压机、在模具装置内的开口和加热件的加热相互配合, 从而相对于被输送给送料入口的木质纤维素材料来说, 由于液态氨爆发性地膨胀成一气体, 爆发性地膨胀过的木质纤维素材料总的可获得糖含量方面有增加。

5. 如权利要求4所述的系统, 其特征是: 模具装置具有一开口, 其向内呈锥形, 从而木质纤维素材料在从模具装置排出之前被模具压缩。

6. 如权利要求4或5所述的系统, 其特征是: 所述套筒设有沿其长度布置的间隔开的加热和冷却元件作为加热和冷却装置, 用于将木质

纤维材料保持在一定温度，该温度有利于纤维素材料在排出模具装置时的膨胀。

7. 一种设备，用于连续地爆发性地膨胀一木质纤维素材料，包括：

5 (a) 以相对端部安装在一挤压机的一套筒内的至少一个可旋转的螺杆，其具有一入口和在套筒端部之间的加热与冷却装置，和一饲料出口，并且其中螺杆在出口端的外形呈锥形，带有驼峰形的螺纹件，并且螺杆还包括在搓揉块元件上游和下游侧的向前输送螺纹件，其提供在螺杆端部之间的一混合区域；

(b) 向入口提供一木质纤维素材料的装置；

10 (c) 在套筒端部之间的一流体入口，其以低于液态氨的蒸发压力的一压力向混合区域内的木质纤维素材料提供液态氨，其中混合区域将液态氨与木质纤维素混合并且防止液态氨流入送料入口；

15 (d) 位于饲料出口的一加热的模具装置，在模具装置内带有一加热件，其中到模具装置的出口限定了一开口，该开口为到模具装置的入口处的开口面积的60%；

其中挤压机、混合区域、模具装置内的开口的形状、模具装置内的加热件以及在出口端的螺杆的形状相互配合，以提供足够的压力来保持液态氨作为液体，这样在通过出口端的螺杆的形状将木质纤维素材料与液态氨的混合物挤出挤压机时，液态氨转化为一气体，其使木质纤维素材料爆发性地膨胀，从而相对于在被引入送料入口内之前的木质纤维素材料，增加了木质纤维素材料的总的可获得的糖含量。

20

处理纤维素材料的设备

技术领域

- 5 本发明涉及使用一在套筒内带有一螺杆的设备，来处理纤维素材料，以使该材料膨胀，从而使它们能更有利于例如用作动物饲料和用于发酵方法。尤其是，本发明涉及一螺杆在套筒内的设备，其能使用液态氨连续地处理纤维素材料，所述液态氨在从设备排出时从一液体变为一气体时能使纤维素材料膨胀。

10 背景技术

- 使用加压的氨来增大含有纤维素的植物材料（紫花苜蓿）的蛋白质利用率和纤维素消化性描述在授予Hultquist的美国专利US4356196中。氨是以液态形式提供在一容器内，其浸透植物材料，并且当迅速降低容器内的压力时，就会猛然挥发和释放。所获得的处理过的材料
- 15 用于乙醇生产或用作食用或产奶动物的饲料。Dale在美国专利US4600590和US5037663中描述了使用各种挥发性化学剂来处理含有纤维素的材料，特别是用氨，这就是已知的AFEX方法（Ammonia Freeze or Ammonia Fiber Explosion氨冷冻或氨纤维蓬松）。其处理压力略高于Hultquist中的。Holzapple等在美国专利US5171592中描述了一改进的
- 20 AFEX方法，其中处理过的生物产品用一超加热的膨胀剂蒸汽来进行后处理，以除掉残余的膨胀剂来循环利用。设备20具有一周期地打开的混合和阶段阀21。授予Chou的美国专利US4644060其总的目的是使用超临界的氨来释放多聚糖。这些被授予专利的方法基本上是批量地完成的。

- 25 涉及AFEX工艺的其它现有技术有欧洲专利EP77287；Dale, B. E., 等,《生物技术与生物工程论文集》，No. 12, 31-439(1982)；Dale, B. E., 等,“工业微生物学的进展”，《工业微生物学会会刊》，Vol. 26(1985)；Holtzapple, M. T. 等,《应用生物化学与生物技术》，VOL. 28/29, 59-74 (1991)；Blasig, J. D. 等,《资源、节能与回收》，7: 95-114(1992)；
- 30 和Moniruzzaman, M. 等,《应用生物化学与生物技术》，67: 113-126 (1997)。这些方法都是不连续的。

发明内容

因此本发明的一目的是提供一种改进的设备，其使用一膨胀剂来生产一膨胀的纤维素材料。通过参照下面的描述和附图，这些和其它目的将变得更明显。

根据本发明的一个方面，提供了一种设备，用于生产一爆发性膨胀的木质纤维素材料，其包括：

(a) 至少一个以相对端部安装在一挤压机的套筒内的可旋转的螺杆，通过套筒到螺杆的用于木质纤维素材料的一送料入口，和从螺杆和套筒输出的一饲料出口，和位于套筒的端部之间的加热与冷却装置；

10 (b) 含有加压的液态氨的一输送箱；

(c) 带有一泵的输送管线，从输送箱通向套筒内的一液体入口，其在送料入口下游侧在包含搓揉块的一混合区域，以混合氨与木质纤维素材料，并且防止液态氨流向送料入口，该输送管线包含在泵之后的一单向阀，该阀被设定成在液态氨被输送给液体入口的压力下打
15 开，而在高于液态氨的蒸发压力以上时关闭；和

其中通过套筒到螺杆的一液体入口是在端部中间，以从输送箱输送液态氨，由此在压力下液态氨被输送给螺杆，并且在套筒内作为液化的氨被保持在压力下，从而通过螺杆的转动木质纤维素材料从套筒经一模具装置上的开口在饲料出口排出时，通过液体到气体的改变，
20 使含有液态氨的纤维素材料爆发性地膨胀，在模具装置内有至少一个加热件，所述加热件适于加热模具装置，以在从模具装置排出液态氨时，使液态氨爆发性地膨胀，其中挤压机、在模具装置内的开口和在模具装置内的加热件相互配合，使得相对于被引入送料入口内之前的木质纤维素材料来说，膨胀过的木质纤维素材料在总的可获得的糖含
25 量方面有增加，并且其中邻近在饲料出口处的模具装置的一螺纹件朝螺杆的一纵轴线向内呈锥形，以迫使带有液态氨的木质纤维素材料排出模具装置。

根据本发明的另一个方面，提供了一种系统，用于使用液态氨爆发性地膨胀一木质纤维素材料，其包括：

30 (a) 一设备，该设备带有以相对端安装在一挤压机的套筒内的至少一个可旋转螺杆，在上游的一端通过套筒到该螺杆的用于木质纤维素的一饲料入口，和从螺杆和套筒输出、用于木质纤维素的一饲

料出口，其中邻近饲料出口的螺杆的一螺纹件向内朝螺杆的一纵轴线呈锥形，并其中螺纹件具有螺纹螺旋片，而邻近饲料出口的其中一个螺旋片提供了该锥形的端部，以及位于套筒端部之间的加热和冷却装置，用于液态氨的通过在端部中间的套筒到螺杆的一液体入口，由此
5 在压力下液体经液体入口被输送给螺杆，并且在套筒内作为液态氨而保持在压力下，从而通过螺杆的转动木质纤维素材料从套筒经一受热模具装置处的开口在一饲料出口处排出时，通过液体到气体的改变，使含有液态氨的一木质纤维素材料爆发性地膨胀，在模具装置中有至少一个加热件，所述加热件加热模具装置，以使液体爆发性地膨胀；

10 (b) 一液体输送箱，含有加压的液态氨并且被连接到液体入口的入口上；

(c) 带有一泵的输送管线，其从输送箱通向套筒内的一液体入口，其在送料入口的下游在一包含搓揉块的混合区域，以混合氨与木质纤维素材料，并且防止液态氨流向送料入口，该输送管线包含在泵
15 之后的一单向阀，该阀被设定成在液态氨被输送给液体入口的压力下打开，而在高于液态氨的蒸发压力以上时关闭；

(d) 一限定的空间，在该空间内设置系统与设备的操作者分离，并且连续地清除从爆发性地膨胀过的木质纤维素材料释放出的氨；和

(e) 邻近模具装置而相隔有限空间的气体排出装置，以在木质
20 纤维素材料爆发性地膨胀时将从液态氨和木质纤维素材料所释放的氨排出到模具装置外侧，其中挤压机、在模具装置内的开口和加热件的加热相互配合，从而相对于被输送给送料入口的木质纤维素材料来说，由于液态氨爆发性地膨胀成一气体，爆发性地膨胀过的木质纤维素材料总的可获得糖含量方面有增加。

25 根据本发明的又一个方面，提供了一种设备，用于连续地爆发性地膨胀一木质纤维素材料，包括：

(a) 以相对端部安装在一挤压机的一套筒内的至少一个可旋转的螺杆，其具有一入口和在套筒端部之间的加热与冷却装置，和一饲料出口，并且其中螺杆在出口端的外形呈锥形，带有驼峰形的螺纹件，
30 并且螺杆还包括在搓揉块元件上游和下游侧的向前输送螺纹件，其提供在螺杆端部之间的一混合区域；

(b) 向入口提供一木质纤维素材料的装置；

(c) 在套筒端部之间的一流体入口，其以低于液态氨的蒸发压力的一压力向混合区域内的木质纤维素材料提供液态氨，其中混合区域将液态氨与木质纤维素混合并且防止液态氨流入送料入口；

- 5 (d) 位于饲料出口的一加热的模具装置，在模具装置内带有一加热件，其中到模具装置的出口限定了一开口，该开口为到模具装置的入口处的开口面积的60%；

其中挤压机、混合区域、模具装置内的开口的形状、模具装置内的加热件以及在出口端的螺杆的形状相互配合，以提供足够的压力来保持液态氨作为液体，这样在通过出口端的螺杆的形状将木质纤维素材料与液态氨的混合物挤出挤压机时，液态氨转化为一气体，其使木质纤维素材料爆发性地膨胀，从而相对于在被引入送料入口内之前的木质纤维素材料，增加了木质纤维素材料的总的可获得的糖含量。

附图说明

图1是表示用于该方法的一螺杆设备10的一示意图；

- 15 图2是表示单个螺纹106的一单元螺纹元件100的一侧视图；

图3是沿平行的双轴21的部分相互作用的两个(2)螺纹元件100与101的一端视图；

图4和图5是搓揉块200与201在各彼此相对位置时的端视剖视图，它们沿着双轴21的部分平行地作用；

- 20 图6A~6I是图4和5的搓揉块200与201在各相对位置的端视剖视图；

图7和8表示一单个搓揉块200的剖视图和端视图；

图9是一驼形螺纹件102的一端视图，其邻近于从设备延伸的一挤压模具18，并且迫使纤维素材料进入模具块18内并且通过模具18A；

- 25 图10是图9的驼峰形螺纹件102的一侧视图，其也表示一柱塞103和用于将螺纹件102保持在一杆105(其用作图1的轴21)上的螺钉104，其中杆105沿螺杆17支承螺纹件100、101和搓揉块200与201。

图11是表示在区域1~7内的各种螺纹件100、101和搓揉块200、201的一挤压螺杆的一侧视图，其中这些区域将表示在后面的表1中；

- 30 图12是沿挤压设备10的纵轴线安装的一加热与冷却块的一侧视图，其中×为出水口，○为进水口，而+为安装在套筒16的一开口内的一电热筒。表2表示各个位置的尺寸；

图13是模具块18的一侧视图；

图14是模具18A的一项视剖视图；

图15是模具18A的一侧视剖视图；

图16是模具18A的出口的一视图；

- 5 图17是表示谷物饲料在酶催化水解后总的糖浓度作为时间的函数的曲线图，其中对谷物饲料用本发明的方法和设备进行处理和不对进行处理。未使用模具18A或模具块18。挤压设备10可有效地增大总的糖浓度；

- 10 图18是表示作为在图17的同样的方式中处理的一特定的糖的葡萄糖的一曲线图；

图19是表示由本发明的方法和设备在不同条件下对谷物饲料进行处理的总的糖浓度作为时间的函数的一曲线图；

图20是表示作为在图19的同样的方式中处理的一特定的糖的葡萄糖的一曲线图；

- 15 图21是表示由本发明的方法和设备在不同条件下对谷物饲料进行处理的总的糖浓度作为时间的函数的一曲线图；

图22是表示作为在图21的同样的方式中处理的一特定的糖的葡萄糖浓度的一曲线图；

- 20 图23是表示对于各种样品的谷物饲料内的干物质在母牛的瘤胃内的体内消化性作为时间的函数的一曲线图；

图24是表示图23的样品的NDF (Neutral Detergent Fiber 中性去污剂纤维) 溶解浓度相对于时间的曲线图；

图25是表示图23的样品的半纤维素浓度相对于时间的曲线图；

图26是表示图23的样品的纤维素浓度相对于时间的曲线图；

- 25 图27是表示图23的样品的木质素浓度相对于时间的曲线图；

图28是表示图23的样品的含灰量相对于时间的曲线图；

图29是表示图23的样品的消化率作为时间的函数的曲线图。

具体实施方式

- 30 本发明的主要目的在于使用一螺杆和套筒设备10 (示于图1中) 来改善氨纤维蓬松 (AFEX) 方法，这种方法以前只能在一批量处理反应器中进行。使用挤压设备10处理的有效性被限定为在酶或瘤胃本身的消化性方面的增加。

例子1

第一步是建立一安全的氨操作环境。为此，与密歇根州东兰辛的密歇根州立大学（MSU）的辐射、化学和生物安全办公室（ORCBS）进行联系。根据他们的建议，用乙烯基条带完全地缠绕在绕挤压设备10的区域，该区域封闭室内的辅助通风装置，以抑制任何氨泄漏。用一烟幕弹来测试该封闭，其中烟幕弹每分钟产生10000立方英尺的烟雾，未观测到烟雾的逸出。另外，一水平烟罩11被连接到一个通风管上，以浓缩紧围绕挤压机输送口12和出口12以及氨注入口14的通风量。最后，购置两个全面型呼吸器，其带有可拆卸的氨筒，以在所有的试验过程中使用。建立一安全协议并且由任何试验中的每一个人来评论。

挤压设备10是一Baker-perkins MPC/V-30（密歇根州的萨吉诺）型的，其带有并排的平行双螺杆17，每一螺杆由螺纹件100、101、102和搓揉块200、201（图2~10）构成。马达15以500RPM的转速输送3HP的功率。套筒16的轮廓直径为30mm，长径比（L/D）为10: 1。两（2）个螺杆17配合地旋转并且本身带有可变的形状。图11表示部段100、101、103和搓揉块200、201的位置。表1表示元件的位置。

表1

区域	元件	长度
1	前输送螺杆	3 13/16英寸
2	1个搓揉块	1/4英寸
3	前输送螺杆	1 3/4英寸
4	混合区域5个搓揉块，每个1/4英寸，共5个，45°对齐	1 1/4英寸
5	向前输送螺杆	6 1/2英寸
6	搓揉块	1/8英寸
7	改进的驼峰形排出螺杆	3 1/2英寸

挤压设备10设有进行加热和冷却两者的控制装置（未示出）。沿套筒16和模具块18在三个区域（图12中的+）由电热筒进行加热。沿套筒16的长度通过经套筒截面芯部（图12中的⊗和○）输送的冷却水来进行冷却。尺寸示于表2中。

套筒16和模具块18沿其长度被加热到30℃~100℃之间。最好是模具块18被加热到该范围内。

表2

入水口位置在中心线上和下1 1/8英寸	出水口位置在中心线上和下1 1/8英寸	加热器位置在中心线上和下1 1/2英寸
2 3/4英寸	1/2英寸	4 11/16英寸
5 3/8英寸	3 3/4英寸	6 7/16英寸
10 7/8英寸	8 13/16英寸	8 5/16英寸
12 15/16英寸	11 3/4英寸	9 5/16英寸
		11 5/16英寸
		13 15/16英寸
		14 5/8英寸

模具18A用空气冷却，其中被处理过的饲料经模具18A排出。模具块18设有加热器（图13中的+）。挤压设备10的所有内表面渗有一63μ-英寸的氮化物并抛光，以提供极好的抗腐蚀性能。螺纹件100、101、102和搓揉块200、201（图2、3、4、5和6A~6I）用热处理过的合金钢制造。

在任何试验之前确定单个螺纹件100、101的抗腐蚀性能，并且在试验中未观察到腐蚀。

用于输送氨的一往复膜片计量泵50是一美国Lewa（麻萨诸塞州的Holliston）。泵50的头部由316不锈钢制造，带有特氟纶密封。泵50能产生0.23~23.0GPH（加仑/小时）的计量。驱动源供给3HP的功率。泵50用水来校准并且进行必要的换算，以确定使用一特定的行程长度和速度设置而输送的液态氨的量。

所使用的所有导管、接头和阀用316不锈钢制造。所使用的导管外径为3/8英寸，壁厚为0.065英寸，表压定为6500psig（磅/平方英寸）。所有的接头被定为导管的脉冲压力。所使用的材料的压力等级远在全范围内。这样做是为了在操作氨时确保安全。大多数的连接采用接套（Swagelok）接头，但少量采用NPT（美国标准锥管螺纹），设有一单向阀51和旁通阀52和53。带有一截止阀55的一氨箱54是氨的输送源。一排压阀56用来清除系统的氨。一针阀57用来将氨送入挤压设备10内。

生物经送料管20输送到挤压设备10内。通向送料管20的一喂料器19用输送的材料校准一已知的时间周期，并且确定生物的量。分别校准含有不同量水分的样品。

在该工程中的第一材料是谷物饲料或禾茎。样品材料在此也指生物。这包括除谷物和玉米本身外玉米植物的所有地面上部分。

用一大的方形捆包物的方式获得谷物饲料。该材料用一拖拉机上安装的研磨机进行粗剁。然后材料被干燥（少于5%的水分）并且被进一步磨碎，以通过在一旋转刀磨床上的一2mm筛子。该尺寸在大约0.01英寸~1英寸之间。材料被储藏在纸板鼓内侧的塑料袋内。添加重量占10%~80%的水。新鲜的材料可以被使用（通常在大约80%的水分，取决于干燥物质的重量）。

因此，以前用来处理聚合物的未经改进的挤压设备需要进行很大的改动。这样，需要进行几处修改。首先，加工一口14，以允许注入氨。口14在套筒16长度的大致一半的位置处。口14被选择成使得生物与氨的平衡时间最小。平衡时间大约为一（1）分钟，但取决于输送速度、氨量（氨的装载量）、模具温度等。注入口14安装有一特氟纶密封件，以使经口14的氨损失最小。

其次，螺杆17的形状进行很大修改，以尽量使经送料管20的氨损失最小。另外，在螺杆17的排出端设有两（2）个驼峰形螺纹件102（在图9和10中各示出了一个）。这些螺纹在端部原来是平坦的。初始的设计正好堵塞模具块18。通过将每一螺杆103的端部制成一更锥形的形状，生物被导入模具块18内并且经模具18A排出而不会堵塞。

所使用的氨被供给在一50磅的圆筒54内，该圆筒设有一封液管，以确保液体输送。泵50允许控制和精确输送氨。在注入口14前面一点的位置安装有一单向阀51，以保持泵后导管内氨的压力，有助于确保液体输送。一旦由泵50产生的压力达到单向阀51的开启压力，氨就会直接流入挤压设备10内。再次密封的压力被设定在氨的蒸发压力以上，以防止氨经单向阀51的任何泄漏。设有几个旁通阀52和53，以允许导管在挤压设备使用后用排压阀56来排泄，以清洗设备。

一旦确认氨与生物将一起流过挤压设备10，就使用增大地限制的模具18。首先不使用模具块18。但是，由于可以获得更大的可靠度，增加块18与模具18A。只需使用块18就可获得几次纤维素的蓬松爆发，

但样品的酶消化性只是略高于处理样品的。另外，由一较小口的模具18A产生的增大的压力提供一更有效的处理。

在挤压模具18A的设计上已进行了许多工作。但是，生物混合物不象任何聚合物或食品那样能被挤压通过一标准的模具。试用了几个
5 初级模具，很少成功。这些模具是用手加工的并且粗糙的边缘和内表面产生这样的问题，即生物的流过受阻。证明最有用的模具18A是用一5°的端铣刀进行加工，以产生一光滑的入口，并且使入口面积逐渐缩小40%（即出口为入口面积的60%）。采用该模具块18，可以一致地获得蓬松爆发。该模具18A示于图13、14和15中。其尺寸如下：

10 挤压模具18A

较大的口为入口并且面向挤压机。

$$\begin{aligned}\text{较大孔的面积} &= \pi (0.5/2)^2 + (1 - 0.5) 0.5 \\ &= 0.446 \text{英寸}^2\end{aligned}$$

$$\text{较小孔的面积} = (0.25 - y) [\pi (0.25 - y) + 1]$$

15 $x = y / \tan 5^\circ$

$$\text{较小口的面积} = 0.268 \text{英寸}^2$$

通常以规则的间隔进行蓬松爆发。一些试验表明具有±15秒钟的再现性。根据氨的装载量和温度，稳定状态的操作或者是连续的或者是周期性的。较高量的氨（氨量/生物量>1.5）促进材料从挤压设备10
20 中慢慢地排出几分钟，然后从模具18A猛然排出。氨的装载量用一质量比给出。例如，氨量3表示相对于1磅（或千克或克等）的干燥生物为3磅的氨（或千克或克等）。此后，氨量用M/M单位给出，暗指质量比。观察到压力大约为300psig，扭矩接近50%，直到蓬松爆发，此时压力下降到0psig和大约11%的扭矩（通常没有负荷值）。或者，
25 小量的氨（<1.5M/M）表示连续的小蓬松爆发，这是操作的优选模式。

还进行了其它的改进。例如，使用特氟纶层来使挤压机的压力损失最小。几次观察到两个金属-金属交界面（挤压设备10与模具块18的界面以及在模具块18与模具18A之间的界面）使得一部分高压逸出，由于在交界面处形成泡沫，因此这种逸出是明显的。但特氟纶层（未
30 示出）被切割成绕密封的口安装并且然后被插入两个表面之间。在安装这些密封件之后，未再观察到泡沫。

改变的主要参数是温度和氨量。生物的含水量也改变了，但很少成功。高于60%的含水量导致水被挤出生物并且流回到生物送料口。生物含水程度以总量的百分比给出（60%的含水量为100克生物与水混合物中有60克水）。这产生将生物送入挤压设备10中的问题，因为由氨而在送料管20内产生泡沫。或者，低于60%的含水程度不能有效地平衡氨，因而不能获得蓬松爆发。因此，在结果部分中所涉及的所有试验都是在60%的含水量下获得的。

在图11的区域1~3中温度用几种方式变化。一般地，居于生物送料口中间的第一区域1未加热并且关闭其冷却。在此情形中，加热是指加热到室温以上。第一区域的冷却能力被去除了，因为其在送料口周围产生凝缩，这将导致送料的阻塞。在氨注入口14处的第二区域2被稍微加热，这取决于模具块18的设定温度。太高的加热会使氨蒸发并导致一不太有效的处理。第三区域3通常被加热到接近第二区域和模具块18（图13）的平均设定值的一温度。模具块18的温度被考虑为反应温度。显然模具块18的温度具有一上限，因为在高于70℃的一设定值时不能获得蓬松爆发。这可能是部分因为第三加热区域3中的氨部分蒸发了的缘故。模具温度通过热传导而促使第三区域3内的温度上升。这导致氨蒸发量的增大和较少有效的处理。另外，氨由于一较高的模具块18的温度而可能经生物送料管20挤压出来。因为氨没有如所希望的那样被有效地截留，因此蒸汽就会自由地离开挤压设备10。较低温度的处理将不会对送料管20产生这样高的一压力，因而不会受到这种作用。

氨量是改变的另一主要参数。氨量从0.5变化到2.0。所计算的氨量仅仅是实际处理量的一估算值。所使用的挤压设备10具有一相对小的L/D（10: 1，D = 30mm），测量的套筒16的长度大约为15.25英寸，并且唯一的用于氨注入的口14大约在套筒16的大致一半的位置处。这产生某些问题，因为氨经生物送料管20流回。

进行了一些努力，即通过改变螺杆17的外形来在氨注入口14之前产生一高混合区域，以有效地提供限制氨流回送料管20的一堵塞。螺纹件100、101、102和搓揉块200、201设定于表2中。通过加热和冷却应力将三个第一螺纹件100、101、102永久地固结到螺杆轴上。这些第一部分支配地向前输送螺杆，其通常以50%的容量运转并且不会提

供一有效的限制。因此，用可获得的有限量的螺杆轴来实现混合区域，仅能使用五（5）个混合叶片。

对于混合区域还具有其它限制。搓揉块200、201以各种角度在一个杆105上对齐。当搓揉块200、201以0~90°的角度对齐时，如图6A、5 6B、6C、6D、6E、6F、6G、6H和6I所示，混合区域的向前输送随着角度从任一方向接近45°而增大，并且随着角度偏离45°而减小。角度由从排出端15向下看杆105、即向送料管20看来确定。所给出的角度是最外的搓揉块201相对于在轴21下的下一个搓揉块200的角度。例如，搓揉块200和201以30°对齐，在轴上具有一个叶片，而下一个相对于前者10 顺时针旋转30°。在0°时没有混合，而在90°时具有最大的混合。以负角度对齐的搓揉块200与201就反转并且迫使进行相反方向的流动。

下面的表表示搓揉块200与201的传输性，其中F为前进，R为反转。

最好	←———传输性———→					最小
45°F	60°F	90°	60°R	45°R		

15 试用了几个混合区域对齐，但其大多数对扭矩具有限制。换言之，在扭矩接近其最大值之前，仅少量生物能送过机器。扭矩限制取决于双轴21（由杆105支承）的转速。因此，一45°混合区域被执行。这允许形成一良好的堵塞并且也允许生物的一大流量。在填充后对螺纹件100和101的观察表明在口14之前的混合区大约为90%满，而在口14之外20 的其它区段大约填充了50%。遗憾的是，混合区的长度不够长来提供对氨蒸汽的一显著的限制。因此，注入的一些氨由于蒸发而经送料管20损失了。因此，在处理中所使用的氨的实际量是不太确定的，但所有的操作都是根据注入的氨的量来分类。

例子2

25 首先，定量化确定方法的有效性的主要措施是酶催化水解。由于主要目的是证明用于输送AFEX的螺杆-套筒技术能操作，因此最大量的糖浓缩不是中心点，而是相对消化性。因此，所有的样品用15IU/g的一纤维素酶的量 and 1mL/mL的纤维素酶的一β葡萄糖苷酶量在PH=4.8的一柠檬酸盐缓冲液中进行水解。所使用的纤维素酶是CELLUCLAST，30 而所使用的β葡萄糖苷酶为NOVO 188，两者都是Novo Nordisk（Franklinton, 北卡罗莱纳州）产生的。所有的样品在50℃的温度下在一搅动的水池中用5%（重量）的溶液进行长达48小时的水解。在

一导引HPLC栏对葡萄糖、木糖、半乳糖、树胶醛糖和甘露糖产生了主要分解。在一酸性栏进行其它分解，其产生葡萄糖和合成糖峰值，包括木糖、甘露糖和半乳糖浓缩物。最后，还使用了一YSI(Yellow Springs, 俄亥俄州)仪器并且产生葡萄糖浓缩。

- 5 单独使用模具块18产生一蓬松爆发，其导致在进行24小时的酶催化水解后的总的糖浓度（葡萄糖、木糖、半乳糖、树胶醛糖和甘露糖的总和），为完全未处理的样品的2.4倍。该材料的葡萄糖浓度为完全未处理的材料在同样量的时间后的2.1倍。相同的材料产生的总的糖浓度比在没有氨的一螺杆-套筒设备中处理的生物高2被，并且相应的
- 10 的葡萄糖浓度为在没有氨的一螺杆-套筒设备中处理的生物的2.5倍。单独用模具块18（不带模具18A）进行的进一步的试验产生的总的糖浓度比未处理的材料高3.5倍，比未处理的材料在进行24小时的水解后高3.4倍。

- 15 用模具18A获得的最好的结果表明能获得一总的糖浓度，其比完全未处理的材料在进行6小时的酶催化水解后要高2.4倍。此时的葡萄糖浓度比此完全未处理的材料获得的高2.3倍。

- 20 通常地，对于酶催化水解的最有效的处理是在低温下进行。所使用的模具块18的温度越高（高于70℃），处理的效率就越低。这可能部分是由于在一较高的温度下较多的氨会逸出设备。但是，采用一低温，氨将保持与生物接触较长的时间并且获得一更有效的处理。测试结果表示在图19~22和表3中。

表3

现场试验的处理基体			
样品	温度℃	氨	湿度（含水率）
A-未处理的	50	N/A	60%
B	未加热	1.0	60%
C	55	1.5	60%
D	65	0.8	60%
E	65	1.0	60%
F	65	1.5	60%
G	65	1.6	60%
H	65	2.0	60%
I	55	1.5	60%

例子2

在酶消化性测试后，希望在现场测试材料的反刍消化性。为此，以不同的温度处理和氨量产生几个样品。将它们带到德克萨斯州的A&M大学的动物科学系（College Station, 德克萨斯州）并现场分析消化性。在经过一已知的时间周期的重量减轻后的一干燥重量基础上来分析样品。材料被放置在已知重量的一小的可渗透口袋内并且被干燥，以确定干燥物质的量。然后将口袋放置在一插有管状器官的被阉割过的牛的瘤胃内。这是被阉割过的牛，其具有一外科插入的导管，以允许接近动物的瘤胃。通过以特定的间隔（0，3，6，12，24，28和96小时）取出口袋，彻底地清洗和干燥，确定材料的作为材料重量损失百分比的消化性。在一特定口袋内材料的重量损失被称为干燥物质消化性，或DMD。

进行一现场试验。试验集中在螺杆-套筒处理材料上，所进行的控制是没有氨在50℃下来处理一样品。

试验结果示于图23~29。试验的48小时消化性列表于表4中。试验表明挤压处理过的材料在48小时的消化性高达77.4%的材料可消化，相比而言，在螺杆-套筒处理但未进行处理控制（用氨）的方式中消化性只为63.0%。典型的瘤胃通过时间为48小时或以下。

表4-48小时干燥物质消化性试验

ID	DMD	NH3Load	T (℃)
F	77.4	1.5	65
H	76.1	2.0	65
C	73.5	1.5	55
I	73.4	1.5	55
E	71.6	1.0	65
G	70.5	1.6	65
B	70.4	1.0	0
D	68.0	0.8	65
A	63.0	0.0	50

注：

DMD是干燥物质消化性，以百分比表示。

NH3量是注入的氨量相对于处理的生物量的比例。

T (°C) 是模具设定温度。

在48小时时, 温度的效果和氨量不是特别清楚。所获得的两个最有效的处理是在65°C的温度, 氨量为1.5和2.0 (分别为样品F和H)。F的消化性 (77.4%) 只略高于H的 (76.1%)。但是, 氨量为1.6M/M并且温度为65°C的样品G只是第六个最可消化的材料, 其消化性为70.5%。第三和第四个最有效的处理 (分别为样品C和I) 为完全相同的样品, 并且表示了极好的一致性, 它们只差0.05%点并且具有73.5%的平均消化性。样品I和C是在氨量为1.5M/M、温度为55°C时产生的。在试验中, 样品H和F始终是最可消化的, 而样品H除了48小时和96小时外, 在所有的时间点都是最可消化的。

还确定在每一时间点每一材料的成分。使用化验来确定中性去污剂纤维 (NDF)、酸性去污剂纤维 (ADF)、木质素和不能溶解的灰的量。NDF化验给出了一样品中纤维素、半纤维素、木质素和灰的量。ADF处理去除半纤维素, 木质素处理去除纤维素, 而灰处理去除木质素。

纤维素和半纤维素两者被认为在一定程度上是可消化的, 而木质素被认为是不可消化的。因此, 希望明显降低木质素的含量, 并且已获得了成功。结果表明在65°C下在设备内处理过的样品的木质素含量降低达20.9%, 相比而言, 在没有氨的设备中的处理控制的平均降低只为11.9%。

产生消化的速度也是重要的。在所有情形中, 所有氨处理样品的初始消化速度比在没有氨的设备中处理过的材料的要高。在此情形中, 消化的初始速度被确定为在3~6小时之间的消化速度。在许多情形中, 样品从0~3小时的样品中获得重量, 而0~3小时的样本没有提供可接受的数据。这可解释为3小时样品的不足的清洗, 这就可能在口袋里留下被截留的灰尘、可溶微粒和微生物。另一解释是用于填充0小时口袋的材料含有多于3小时样品的灰尘, 并且将允许更多的材料被洗掉。最大消化速度为试验控制 (未处理的控制) 的2.25倍。最大的观察到的速度对于样品H来说为6.16%/小时。

数据也表明在整个时间半纤维素和纤维素微粒减少了, 这意味着出现了这些成分的消化。第一试验的半纤维素含量降低, 直到12小时, 在24小时时升高, 然后又降低, 直到测试结束。纤维素微粒升高直到12小时, 然后降低。这表明半纤维素首先被消化, 直到纤维素被有效

地分解，然后再消化半纤维素。正如所期望的，不可消化的木质素浓度随着试验的进行而稳定地上升。

在例子1和2中，螺杆-套筒设备10是用来便于AFEX方法。谷物饲料的酶消化性的总的糖产出增大达250%，对于完全未处理的样品，
5 现场反刍消化性增大了32%（从53.8%增大到71.2%）。另外，谷物饲料的酶消化性的总的糖产出增大达240%，对于在没有氨的螺杆-套筒设备内处理的材料，现场反刍消化性增大了19%（从63.0%增大到77.4%）。螺杆-套筒方法也产生了这样的结果，其可以与批量方法进行很好的比较，导致的结论是这样的一方法可以如已被证明的批量方法
10 法那样有效。

试验的其它结果也是令人鼓舞的。希望并且已获得了木质素的明显降低，平均降低了11.9%（从8.42%~6.66%，最大降低20.9%）。还观察到了一高的消化速度。最高的消化速度为各个试验中使用的控制所具有的消化速度的2.3倍。最好，在试验过程中观察到了纤维素和
15 半纤维素的较高程度的降低，这意味着利用了这些成分。

本发明的系统可用来回收由护罩11排出的气体。使用传统的气体（氨）接收。本发明的此方面对于本领域的技术人员来说是公知的。

可以用各种类型的设备来实施本发明。可以改进塑料挤压机来实施本发明，而且，也可以修改纸浆去纤电震器来执行本发明的方法，
20 其中螺杆与一套筒呈紧密隔开接触关系。所有的这些变型对于本领域的技术人员来说都是显而易见的。

前述描述仅意欲用来示范性地解释本发明，本发明仅由所附的权利要求书来限定。

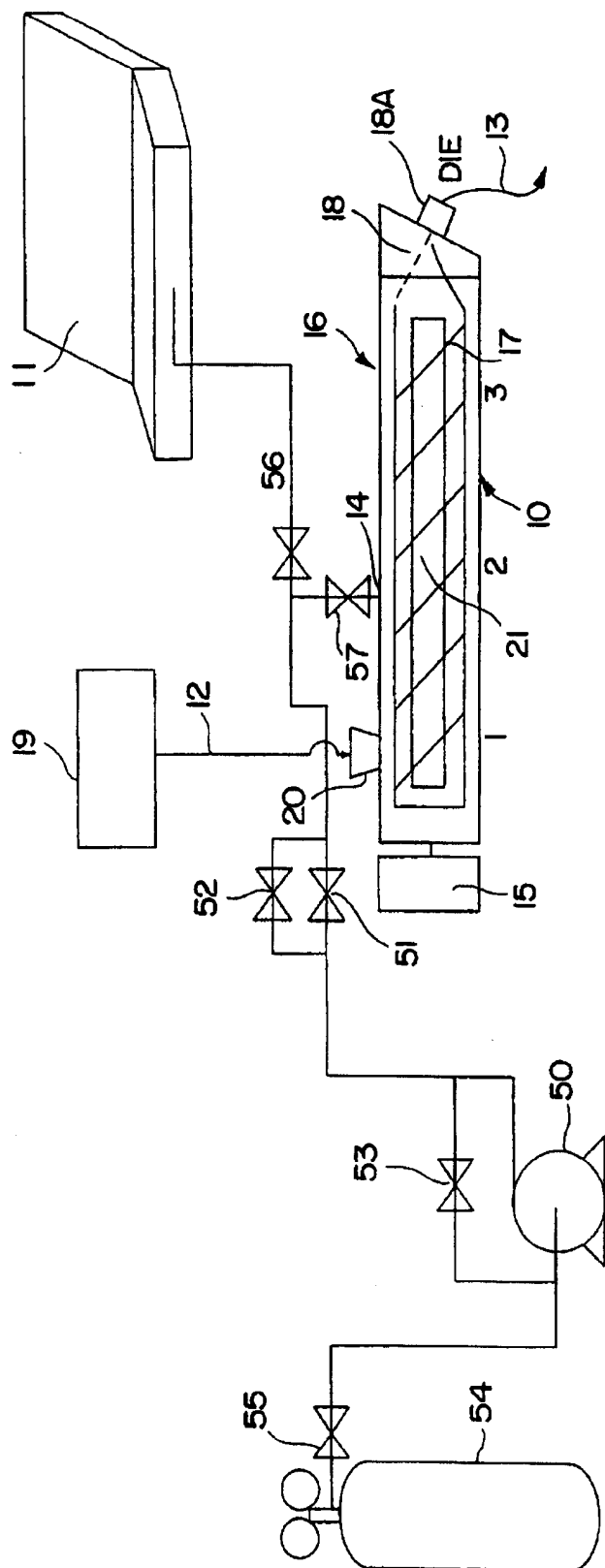


图 1

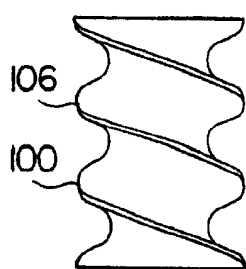


图 2

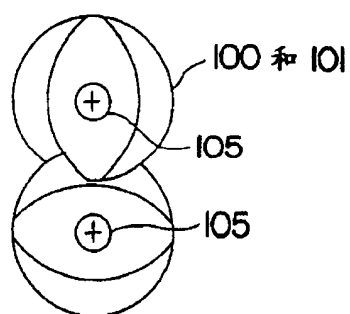


图 3

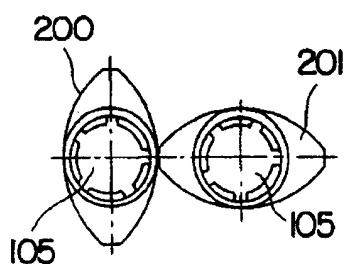


图 4

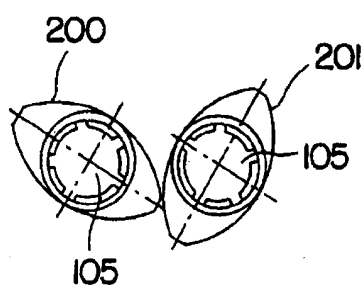


图 5

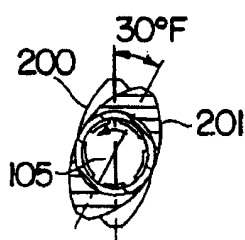


图 6A

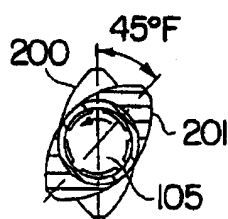


图 6B

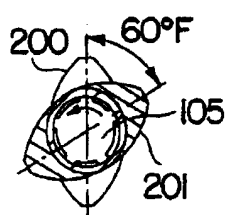


图 6C

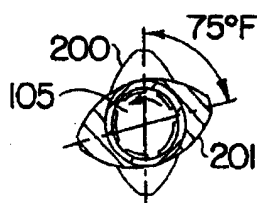


图 6D

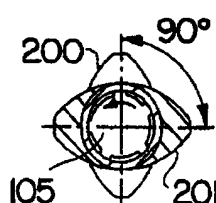


图 6E

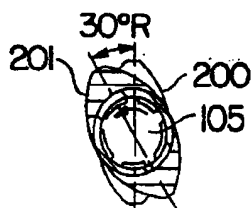


图 6F

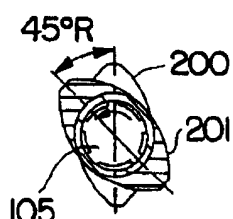


图 6G

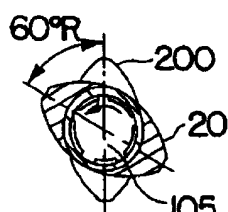


图 6H

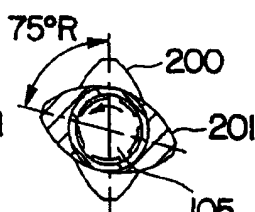


图 6I

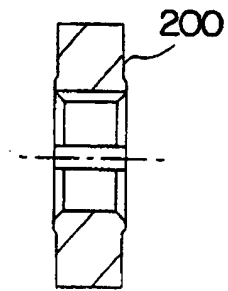


图 7

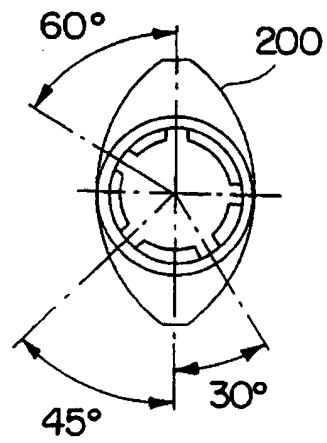


图 8

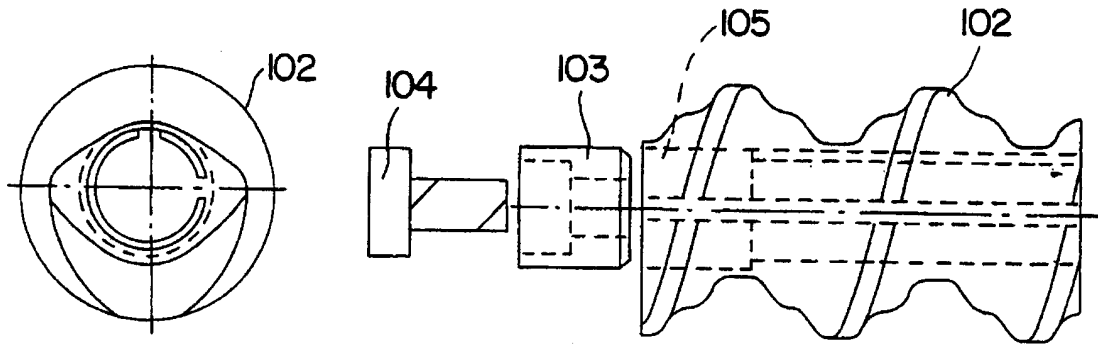


图 9

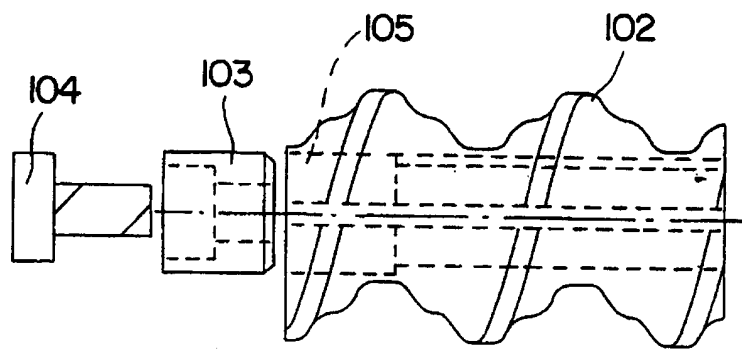
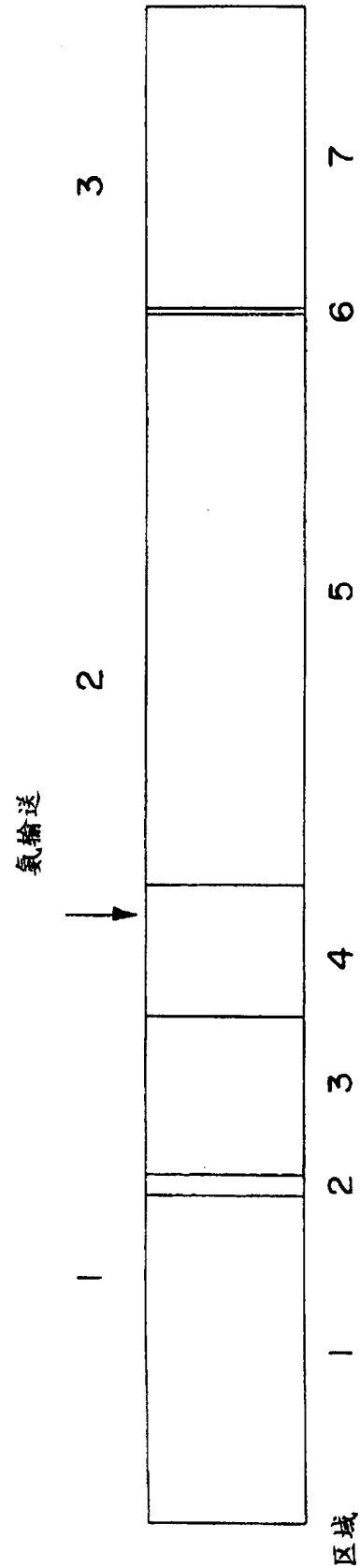


图 10



输送

图 11

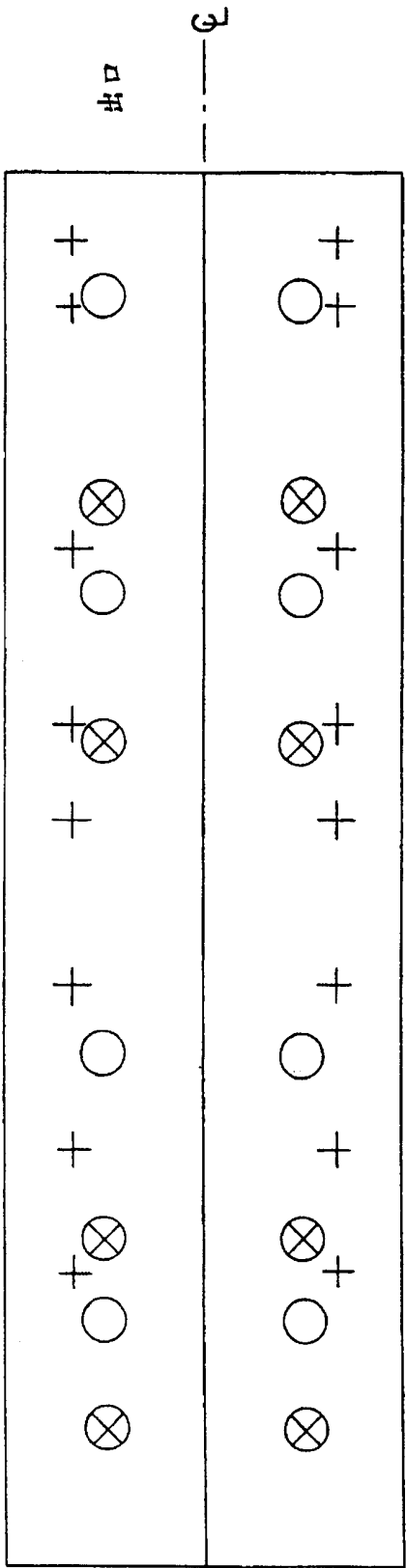


图 12

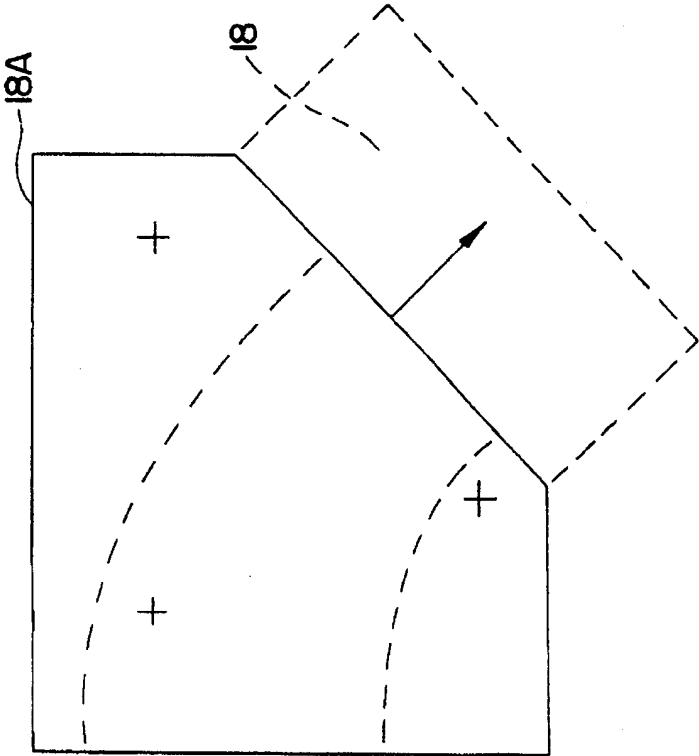


图 13

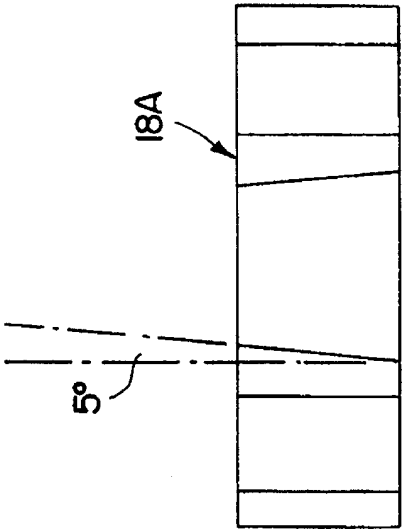


图 14

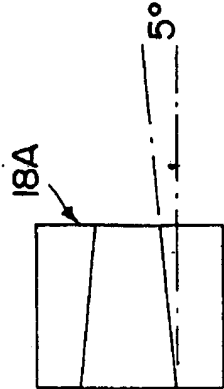


图 15

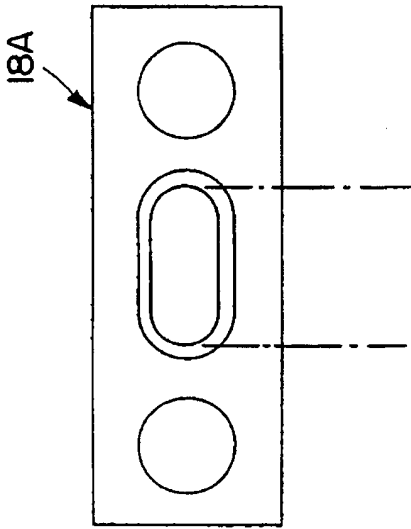


图 16

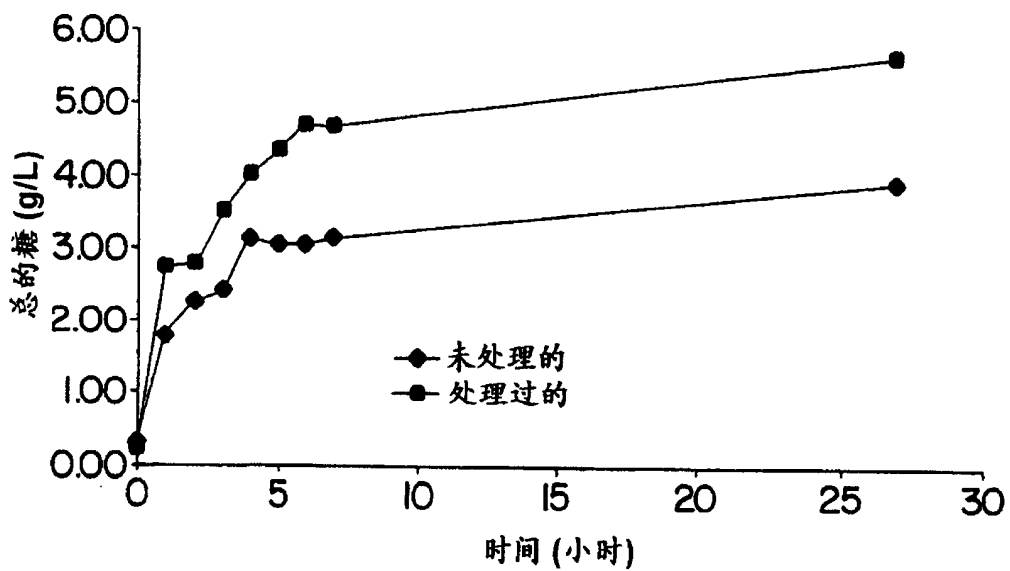


图 17

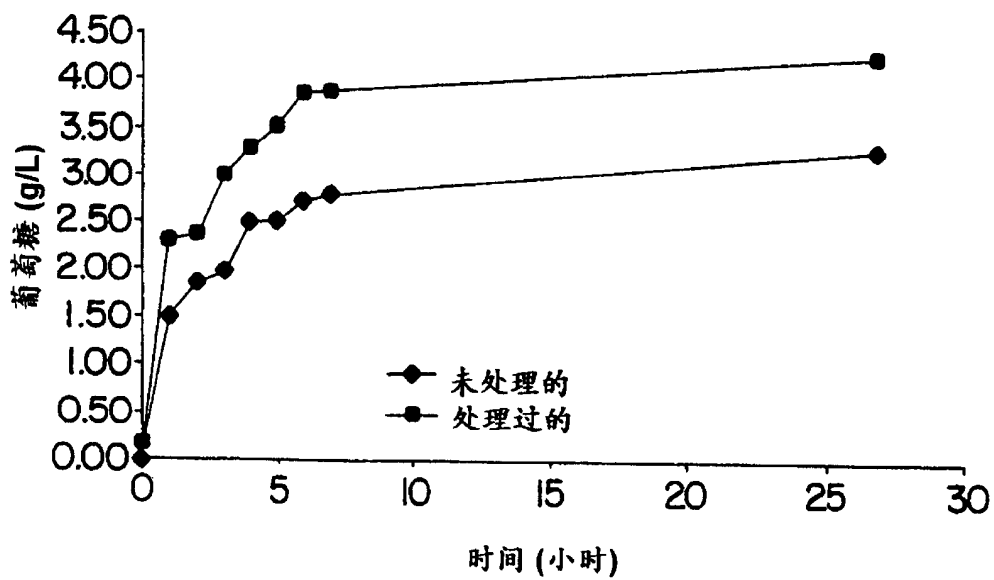


图 18

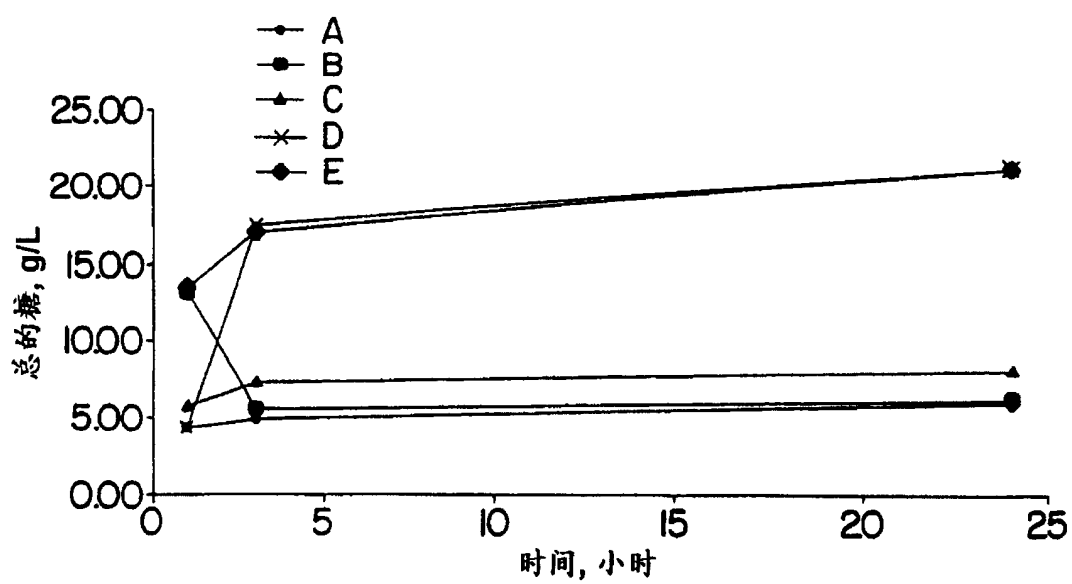


图 19

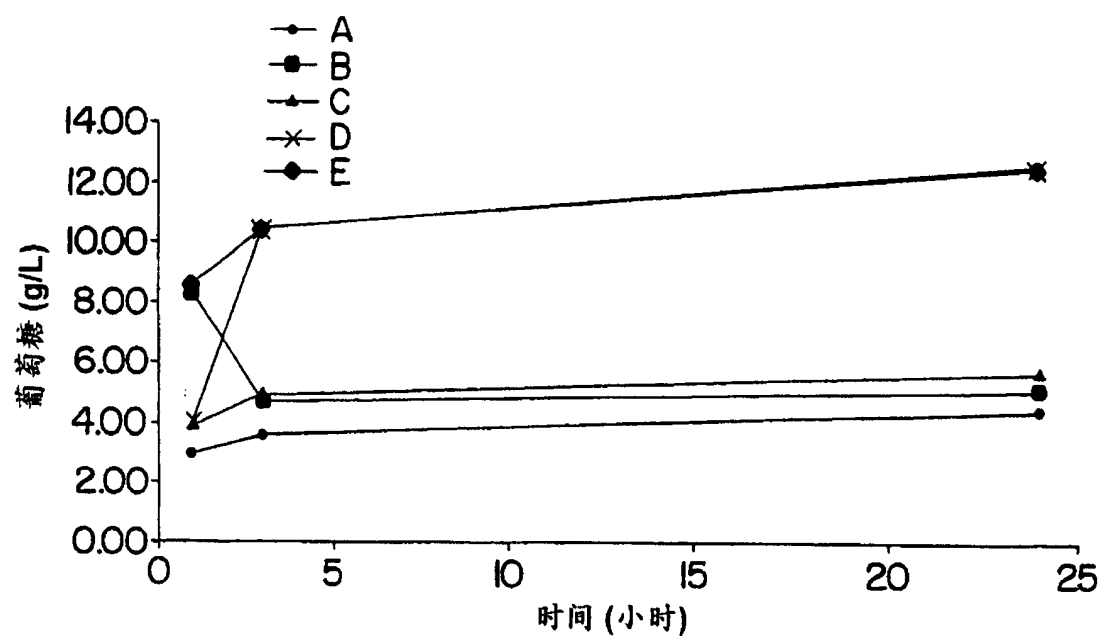


图 20

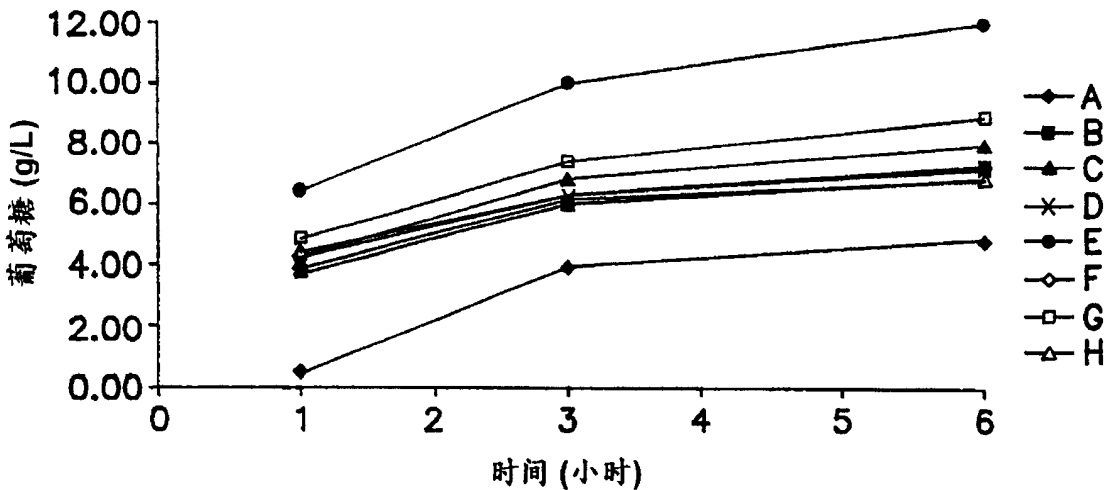


图 21

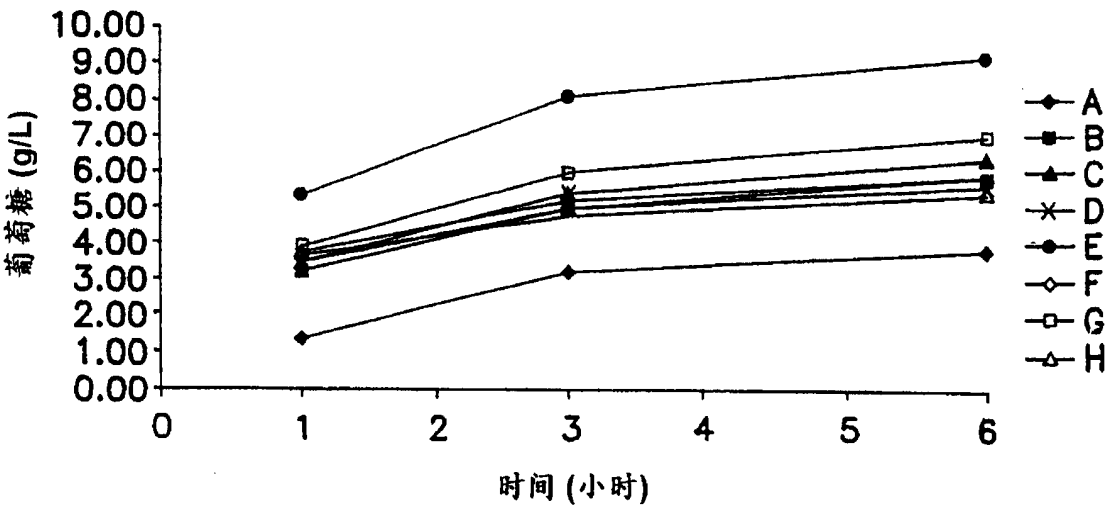


图 22

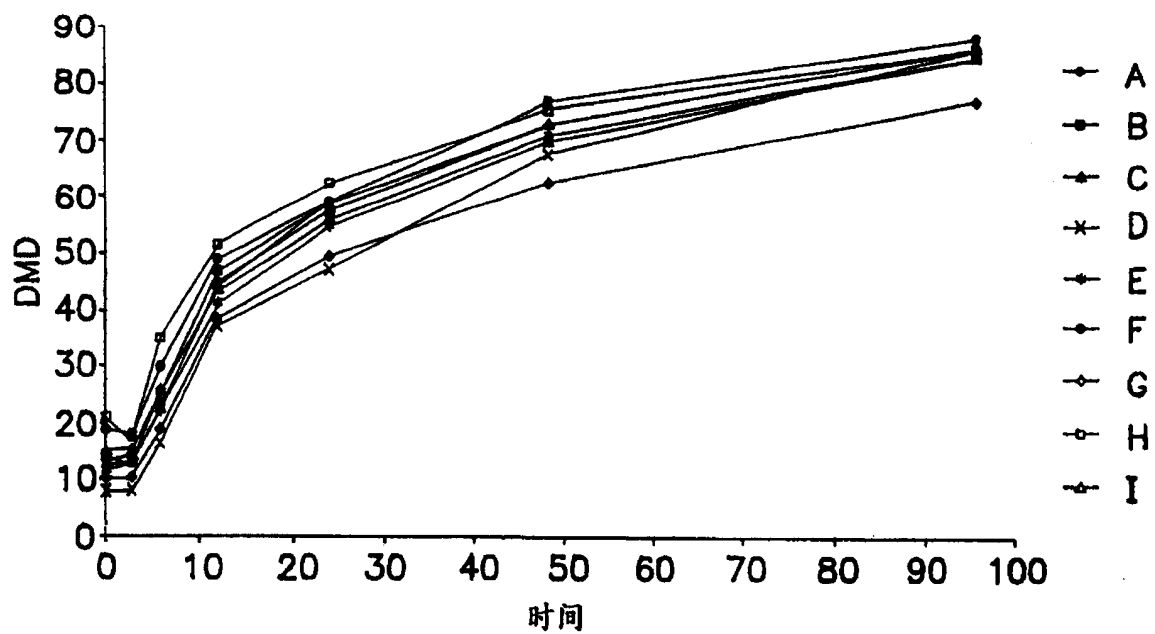


图 23

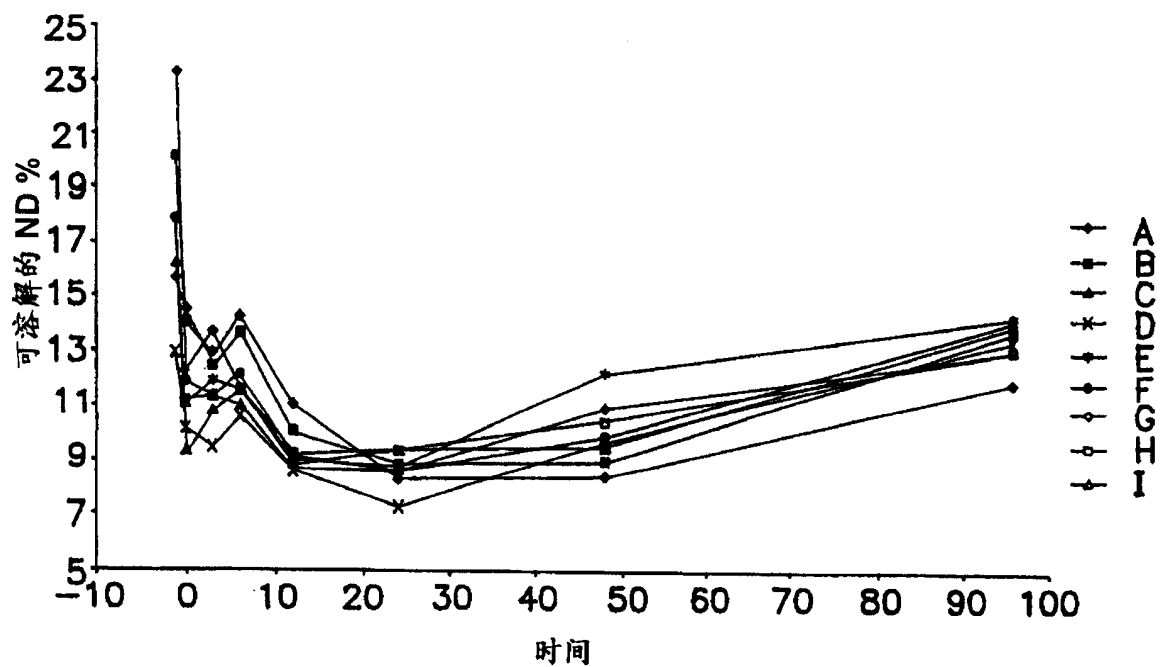


图 24

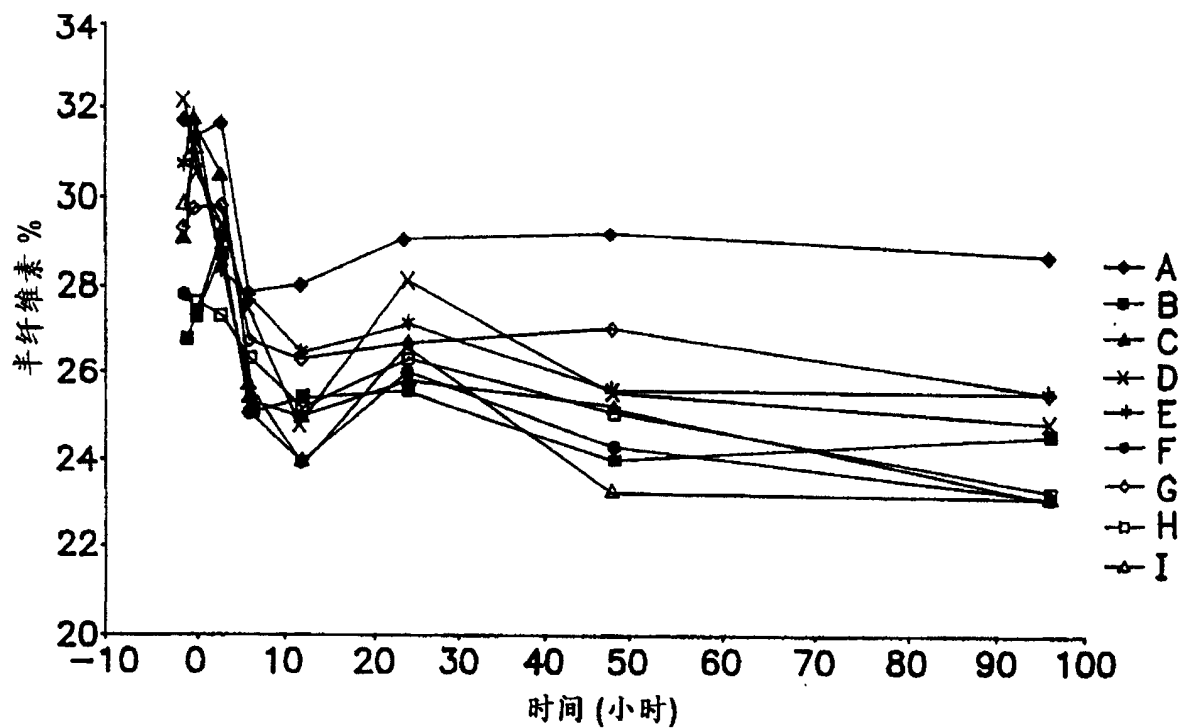


图 25

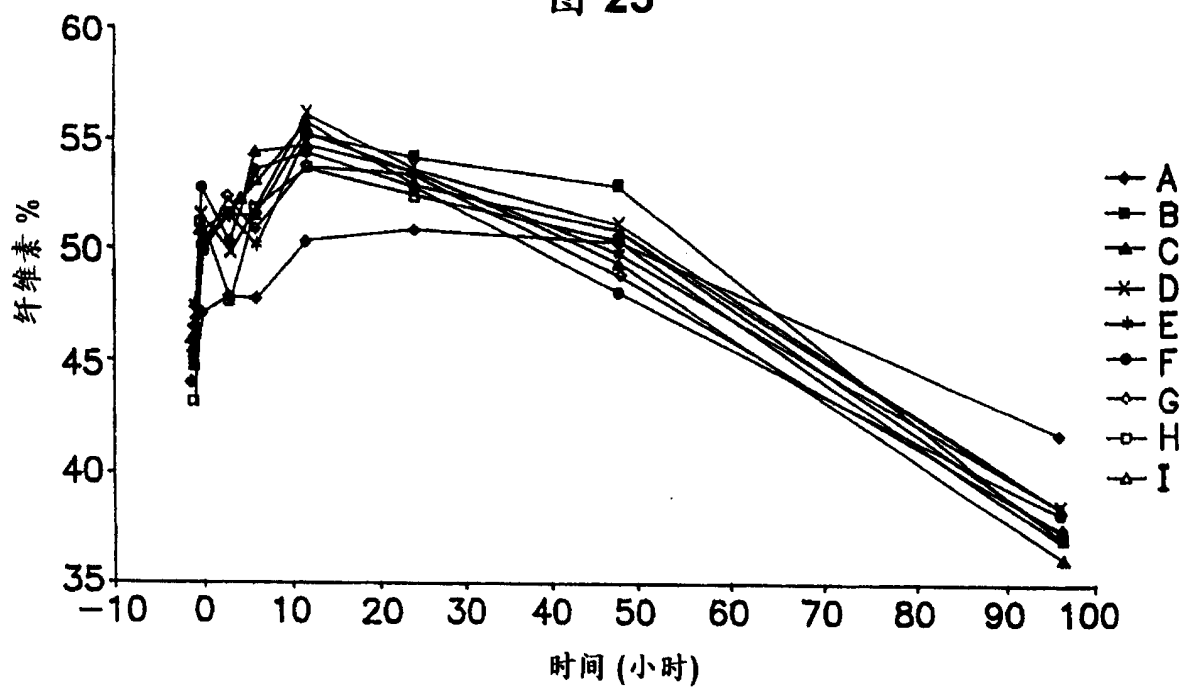


图 26

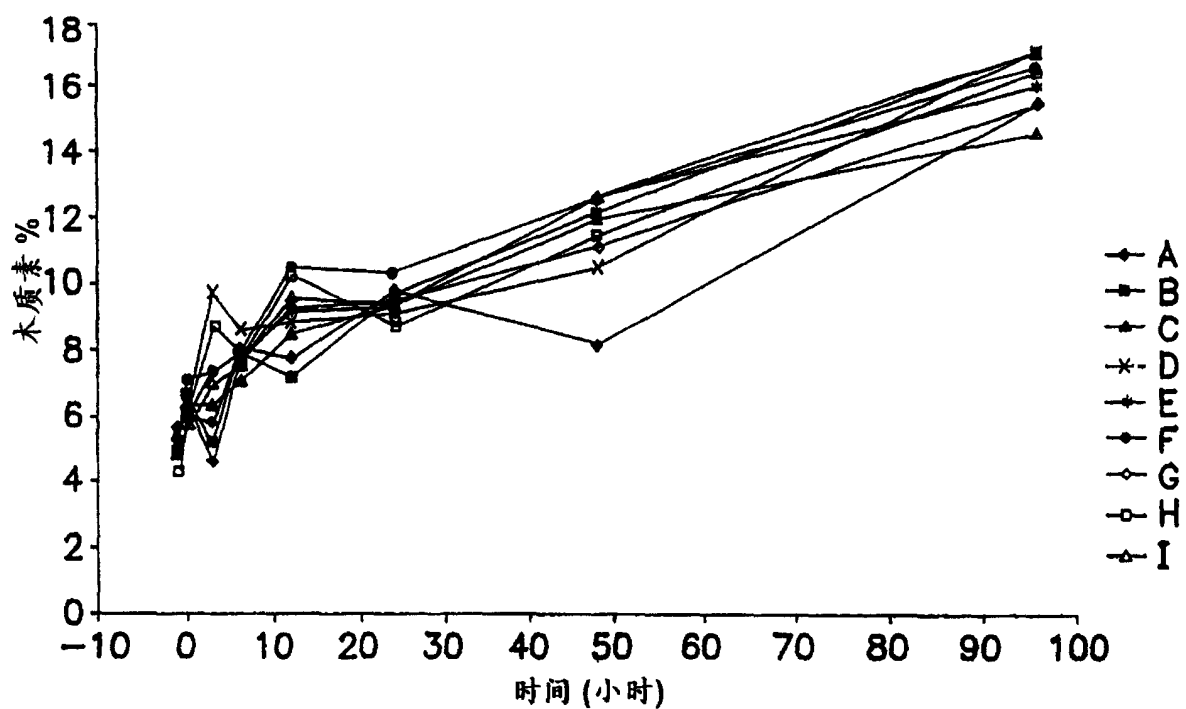


图 27

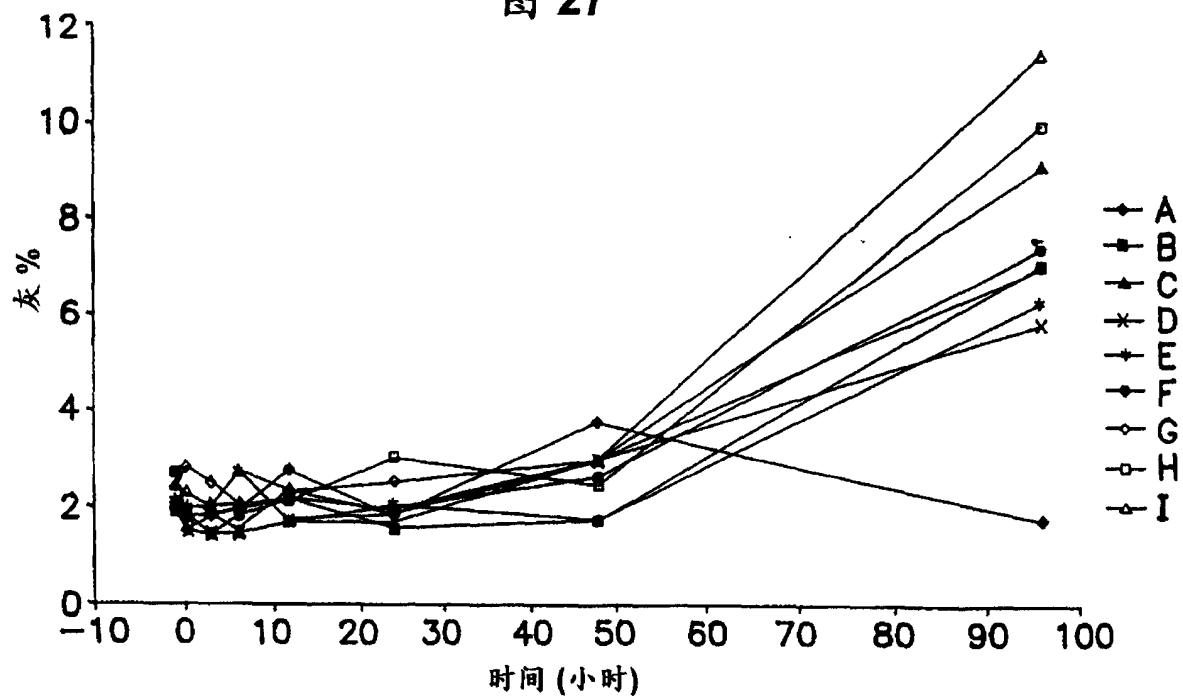


图 28

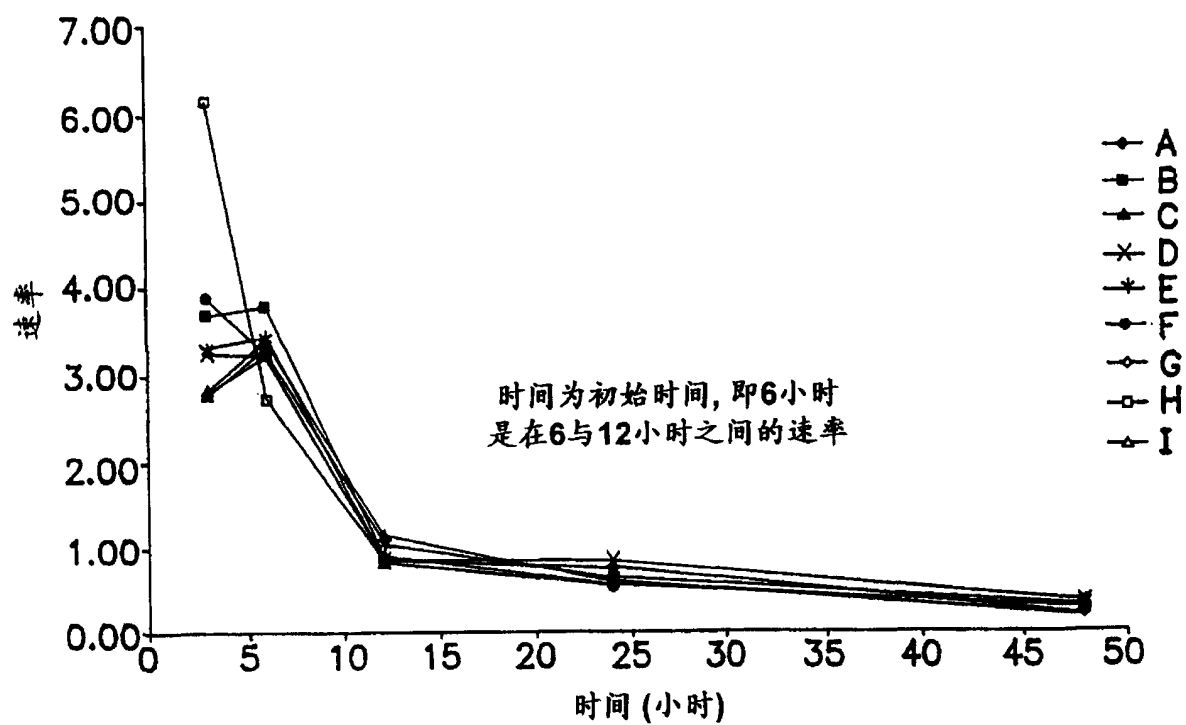


图 29