

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

B29C 55/16 (2006.01)

B29C 55/08 (2006.01)



## [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200380103888.1

[45] 授权公告日 2008 年 1 月 9 日

[11] 授权公告号 CN 100360301C

[22] 申请日 2003.10.21

CN1375391A 2002.10.23

[21] 申请号 200380103888.1

CN1256999A 2000.6.21

[30] 优先权

审查员 杜丽利

[32] 2002.11.27 [33] US [31] 10/306,593

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司

[86] 国际申请 PCT/US2003/033232 2003.10.21

代理人 顾峻峰

[87] 国际公布 WO2004/050332 英 2004.6.17

[85] 进入国家阶段日期 2005.5.23

[73] 专利权人 3M 创新有限公司

地址 美国明尼苏达州

[72] 发明人 J·N·杰克逊 W·W·梅里尔

A·T·拉夫 D·L·汤普森

[56] 参考文献

US3577586A 1971.5.4

US5885501A 1999.3.23

CN1239915A 1999.12.29

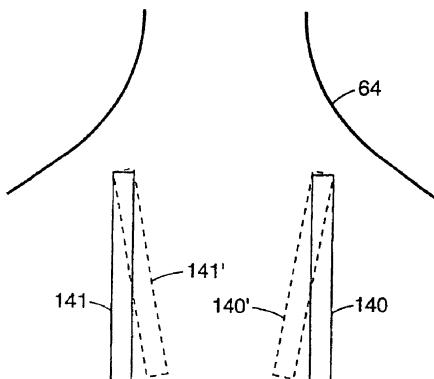
权利要求书 4 页 说明书 26 页 附图 13 页

[54] 发明名称

关于加工聚合物薄膜的方法和设备

[57] 摘要

能够将延伸的聚合物薄膜用于各种各样的应用场合，包括光学应用场合。在延伸设备内的延伸条件和延伸轨道(64)的形状能够决定或影响薄膜的性能。可以使用移出系统(140, 140', 141, 141')在延伸之后接受薄膜。至少在某些情况下移出系统的结构能够影响最终的薄膜性能。



1. 一种用于加工薄膜的设备，该设备包括：

传送器，它被构造和设置成在设备内、沿着机器方向传送薄膜，传送器包括被构造和布置成夹持薄膜的相对边部分的夹持件，传送器的一部分被构造和设置成提供扩张路径，该夹持件沿着该路径运动以延伸薄膜；以及

单独的移出系统，在延伸薄膜之后该移出系统从传送器接受薄膜，移出系统包括相对的轨道和夹持件，夹持件被构造和布置成在所需数量的延伸之后夹持薄膜的相对的移出区和沿着相对的轨道传送薄膜的相对的移出区，其中相对的轨道形成其中相对的轨道的至少一部分相互倾斜的一区域。

2. 如权利要求 1 所述的设备，其特征在于：沿着相对的轨道的整个长度，相对的轨道相互倾斜。

3. 如权利要求 1 所述的设备，其特征在于：相对的轨道的各轨道包括至少一第一轨道段和一第二轨道段，其中相对的轨道的第一轨道段是相互倾斜的。

4. 如权利要求 1 所述的设备，其特征在于：相对的轨道的各轨道包括至少一第一轨道段和一第二轨道段，其中相对的轨道的第二轨道段是相互倾斜的。

5. 如权利要求 1 所述的设备，其特征在于：相对轨道的诸部分相对于沿着其传送薄膜的方向各自相互倾斜不大于 3°的角度。

6. 如权利要求 1 所述的设备，其特征在于：移出系统被设置成相对于薄膜沿着其传送的方向倾斜一角度。

7. 一种加工薄膜的方法，该方法包括：

利用夹持件夹持薄膜的相对边部分；

在用于延伸薄膜的延伸设备的延伸区内、沿着扩张的路径和按机器方向传送薄膜；

在延伸之后、在单独的移出系统内、通过使用移出系统的相对的夹持件夹持薄膜的相对的移出区接受薄膜；以及

传送薄膜通过其中相对的夹持件是相互倾斜的移出系统的一部分。

8. 如权利要求 7 所述的方法，其特征在于：相对的夹持件沿着移出系统的整个长度是相互倾斜的。

9. 如权利要求 7 所述的方法，其特征在于：移出系统包括至少一第一组相对的夹持件和一第二组相对的夹持件，其中第一组相对的夹持件相互倾斜。

10. 如权利要求 7 所述的方法，其特征在于：移出系统包括至少一第一组相对的夹持件和一第二组相对的夹持件，其中第二组相对的夹持件相互倾斜。

11. 如权利要求 7 所述的方法，其特征在于：相对的夹持件的部分相对于薄膜沿着其传送的方向相互倾斜不大于 3°的一角度。

12. 一种用于加工薄膜的设备，该设备包括：

传送器，它包括夹持薄膜的相对边部分和在驱动件的作用下在设备内沿着机器方向传送薄膜的夹持件，其中传送器的一部分被构造和设置成提供夹持件沿着其运动以延伸薄膜的扩张路径；以及

单独的移出系统，在延伸薄膜之后它从传送器接受薄膜，移出系统包括一第一组相对的轨道；一第二组相对的轨道，许多第一夹持件，其被构造和设置成在所需数量的延伸之后夹持薄膜的相对的第一移出区，并沿着第一组相对轨道传送薄膜，以及许多第二夹持件，其被构造和设置成夹持薄膜的相对的第二移出区，并沿着第二组相对轨道传送薄膜，其中第二移出区比第一移出区较靠近薄膜的中央。

13. 如权利要求 12 所述的设备，其特征在于：第二夹持件被构造和设置成从一第一位置和一第二位置运动，该第一位置至少部分地被设置在第一夹持件之间，在该第二位置中第二夹持件设有部分地被设置第一夹持件之间

14. 如权利要求 12 所述的设备，其特征在于：第一夹持件相互倾斜。

15. 如权利要求 12 所述的设备，其特征在于：第二夹持件相互倾斜。

16. 一种用于加工薄膜的设备，该设备包括：

传送器，它包括夹持薄膜的相对边部分和在驱动件的作用下在设备内沿着机器方向传送薄膜的夹持件，其中传送器的一部分被构造和设置成提供夹持件沿着其运动以延伸薄膜的扩张路径；以及

单独的移出系统，在延伸薄膜之后它从传送器接受薄膜，移出系统包括相对的轨道和许多夹持件，这些夹持件被构造和设置成在所需数量的延伸之后夹持薄膜的相对的移出区，并沿着相对的轨道传送薄膜的相对的移出区，其中相对的轨道被设置成相对于机器方向倾斜至少 1°的一角度。

17. 如权利要求 16 所述的设备，其特征在于：移出系统的相对轨道的至少一部分相互倾斜。

18. 如权利要求 16 所述的设备，其特征在于：相对于机器方向以不同的角度

设置相对的轨道。

19. 如权利要求 16 所述的设备，其特征在于：移出系统的相对的轨道被构造和设置成，在其中薄膜的相对的移出区具有相同的横向牵拉比的位置处夹持薄膜的相对的移出区。

20. 如权利要求 16 所述的设备，其特征在于：移出系统的相对的轨道被构造和设置成，在其中薄膜的相对的移出区具有不同的横向牵拉比的位置处夹持薄膜的相对的移出区。

21. 如权利要求 16 所述的设备，其特征在于：扩张的路径被构造和设置成延伸薄膜，以致在延伸薄膜之前薄膜的中心线相对于传送器的机器方向倾斜。

22. 一种用于加工薄膜的设备，该设备包括：

传送器，它包括夹持薄膜的相对边部分和在驱动件的作用下在设备内沿着机器方向传送薄膜的夹持件，其中传送器的一部分被构造和设置成提供夹持件沿着其运动以延伸薄膜的扩张路径；以及

单独的移出系统，在延伸薄膜之后它从传送器接受薄膜，移出系统包括相对的轨道和许多夹持件，夹持件被构造和设置成在所需数量的延伸之后夹持薄膜的相对的移出区，并沿着相对的轨道传送薄膜的相对的移出区，其中设备被构造和设置成允许相对于传送器的位置改变单独的移出系统的位置，以选择薄膜的最终的横向牵拉比。

23. 一种用于加工薄膜的设备，该设备包括：

传送器，它被构造和设置成在设备内沿着机器方向传送薄膜，传送器包括被构造和设置成夹持薄膜的相对的边部分的夹持件，传送器的一部分被构造和设置成提供夹持件沿着其运动以延伸薄膜的扩张的路径；以及

单独的移出系统，在延伸薄膜之后它从传送器接受薄膜，移出系统包括相对的轨道和夹持件，夹持件被构造和设置成在所需数量的延伸之后夹持薄膜的相对的移出区，并沿着相对的轨道传送薄膜的相对的移出区，其中相对的轨道形成其中相对的轨道的至少一部分相互倾斜的一区域。

24. 如权利要求 23 所述的设备，其特征在于：相对的轨道沿着相对的轨道的整个长度相互倾斜分开。

25. 如权利要求 23 所述的设备，其特征在于：各相对的轨道包括至少一第一轨道段和一第二轨道段，其中相对的轨道的第一轨道段相互倾斜分开。

26. 如权利要求 23 所述的设备，其特征在于：各相对的轨道包括至少一第一

---

轨道段和一第二轨道段，其中相对的轨道的第二轨道段相互倾斜分开。

27. 如权利要求 23 所述的设备，其特征在于：相对的轨道的部分相对于薄膜沿着其传送的方向以不大于 3°的一角度各自相互倾斜分开。

28. 一种用于加工薄膜的设备，该设备包括：

传送器，它被构造和设置成沿着机器方向传送薄膜，传送器包括被构造和设置成夹持薄膜的相对边部分的夹持件；

延伸区，其中夹持件被构造和设置成沿着扩张路径运行，用于延伸薄膜；以及

单独的移出系统，包括后处理区，该后处理区设置在延伸区之后，并包括其中夹持件被构造和设置成沿着会聚路径运行的至少一区域。

29. 如权利要求 28 所述的设备，其特征在于：后处理区包括至少一第一区和一第二区，其中夹持件被构造和设置成在第一区内沿着以一第一角度会聚的路径和在第二区内沿着以一第二角度会聚的路径运行，其中第一和第二角度是明显不同的。

30. 如权利要求 29 所述的设备，其特征在于：第一角度不大于约 3°，第二角度是至少约 15°。

31. 如权利要求 28 所述的设备，其特征在于：在后处理区域的至少一个区内的会聚路径以不大于 3°的一角度会聚。

32. 如权利要求 28 所述的设备，其特征在于：在后处理区域的至少一个区内的会聚路径以至少 15°的一角度会聚。

33. 如权利要求 28 所述的设备，其特征在于，在后处理区域的至少一个区内的会聚路径以 20°至 30°的范围内的一角度会聚。

## 关于加工聚合物薄膜的方法和设备

### 技术领域

总体上，本发明涉及关于延伸聚合物薄膜的方法和装置以及由该方法和设备所得到的薄膜。本发明还涉及关于使用在延伸之后接纳聚合物薄膜的移出系统的延伸聚合物薄膜的方法和设备。

### 发明背景

存在有关于延伸聚合物薄膜的许多原因。该延伸能够提高或产生所需的机械的、光学的和其它薄膜性能。例如，能够延伸薄膜以提供在光学性能方面的单轴向或接近轴向取向的所需程度。通常，双折射的聚合物的完全单轴向取向产生其中在两个或三个正交方向中的折射指数相同(例如，薄膜的宽度(W)和厚度(T)方向，如图4所示)的薄膜(或一薄膜的多层)。在第三方向的折射指数(例如，沿着薄膜的长度(L)方向)与其它两方向的折射指数不同。通常，不要求完全的单轴向取向和根据包括聚合物薄膜的最终使用者的应用的各种因素能够允许某种程度的偏离最佳状态。

在光学应用中，单轴向取向的薄膜能够提供有用的光学性能，例如跨越许多不同视角的较均匀的性能。许多应用情况还能从聚合物薄膜的单轴向或接近单轴向取向得到好处。例如，沿着取向方向较容易使单轴向取向的薄膜原纤化(fibrillated)或撕开。

### 发明内容

总体上，本发明涉及关于加工聚合物薄膜的方法和设备。一实施例是用于延伸薄膜的设备。该设备包括传送器和单独的移出系统。传送器被构造和设置成在该设备内沿着机器方向传送薄膜。传送器包括被构造和设置成夹持薄膜的相对边部分的夹持件。传送器的一部分被构造和设置成提供夹持件沿着其运动以延伸薄膜的扩张路径。在延伸薄膜之后单独的移出系统从传送器接受薄膜。移出系统包括相对的轨道和夹持件，夹持件被构造和设置成在所需数量的延伸之后夹持薄膜的相对的移出区和沿着相对的轨道传送薄膜的相对的移出区。相对的轨道形成其中相对的轨道

的至少一部分相互倾斜的一区域。

另一实施例是加工薄膜的方法。该方法包括利用夹持件夹持薄膜的相对的边部分。然后在延伸薄膜的延伸设备的延伸区内、沿着扩张路径和机器方向传送薄膜。然后在延伸之后通过使用移出系统的相对的夹持件夹持薄膜的相对的移出区，在单独的移出系统内接受薄膜。在移出系统内，将薄膜传送通过其中相对的夹持件相互倾斜的移出系统的一部分。

再一实施例是关于加工薄膜的设备。该设备包括传送器和单独的移出系统。传送器具有夹持薄膜的相对的边部分和在驱动件的作用下在设备内沿着机器方向传送薄膜的夹持件。传送器的一部分被构造和设置成提供夹持件沿着其运动以延伸薄膜的扩张路径。在延伸薄膜之后单独的移出系统从传送器接受薄膜。移出系统包括一第一组相对的轨道、一第二组相对的轨道、许多第一夹持件和许多第二夹持件，第一夹持件被构造和设置成在所需数量的延伸之后夹持薄膜的相对的第一移出区和沿着第一组相对的轨道传送薄膜，第二夹持件被构造和设置成夹持薄膜的相对的第二移出区和沿着第二组相对的轨道传送薄膜。第二移出区设置在比第一移出区较靠近薄膜的中央。

又一实施例是关于加工薄膜的设备。该设备包括传送器和单独的移出系统。传送器具有夹持薄膜的相对的边部分和在驱动件的作用下在设备内沿着机器方向传送薄膜的夹持件。传送器的一部分被构造和设置成提供夹持件沿着其运动以延伸薄膜的扩张路径。在延伸薄膜之后单独的移出系统从传送器接受薄膜。移出系统具有相对的轨道和许多夹持件，夹持件被构造和设置成在所需数量的延伸之后夹持薄膜的相对的移出区和沿着相对的轨道传送薄膜的相对的移出区。将相对的轨道设置成相对于机器方向以至少 1° 的角度倾斜。

又一实施例是关于加工薄膜的设备。该设备包括传送器和单独的移出系统。传送器具有夹持薄膜的相对的边部分和在驱动件的作用下在设备内沿着机器方向传送薄膜的夹持件。传送器的一部分被构造和设置成提供夹持件沿着其运动以延伸薄膜的扩张路径。在延伸薄膜之后单独的移出系统从传送器接受薄膜。移出系统有相对的轨道和许多夹持件，夹持件被构造和设置成在所需数量的延伸之后夹持薄膜的相对的移出区和沿着相对的轨道传送薄膜的相对的移出区。该设备被构造和设置成允许通过相对于传送器的位置改变单独的移出系统的位置选择薄膜的最终的横向牵拉比。

又一实施例是关于延伸薄膜的设备。该设备包括传送器和单独的移出系统。

传送器被构造和设置成在设备内沿着机器方向传送薄膜。传送器包括被构造和设置成夹持薄膜的相对的边部分的夹持件。传送器的一部分被构造和设置成提供夹持件沿着其运动以延伸薄膜的扩张路径。在延伸薄膜之后单独的移出系统从传送器接受薄膜。移出系统包括相对的轨道和夹持件，夹持件被构造和设置成在所需数量的延伸之后夹持薄膜的相对的移出区和沿着相对的轨道传送薄膜的相对的移出区。该相对的轨道形成其中相对的轨道的至少一部分相互倾斜的一区域。

又一实施例是关于加工薄膜的设备。该设备包括传送器、延伸区域和后处理区域。传送器被构造和设置成沿着机器方向传送薄膜。传送器具有被构造和设置成夹持薄膜的相对的边部分的夹持件。在延伸区域内，夹持件被构造和设置成沿着扩张路径运行以延伸薄膜。后处理区域设置在延伸区域之后和包括其中夹持件被构造和后置成沿着会聚路径运动的至少一区。

又一实施例包括利用以上所述设备的任一设备加工薄膜的方法。

本发明的以上概述不是用于叙述本发明的各个所揭示的实施例或各装置。以下的附图和详细叙述尤其举例说明了这些实施例。

### 附图简述

研究以下结合附图的本发明的许多实施例的详细叙述，可以更完整地理解本发明，在附图中：

图 1 是用于延伸薄膜的现有技术的拉幅器设备的示意俯视图；

图 2 是在延伸加工之前和之后、在图 1 所示的现有技术加工过程中一部分薄膜的立体图；

图 3 是按照本发明的一方面的、示出加工步骤的方块流程图；

图 4 是在延伸加工之前或之后、在单轴向延伸加工中一部分薄膜的立体图；

图 5 是按照本发明的延伸加工过程的一实施例和延伸设备的一实施例的示意图；

图 6 是按照本发明的一部分延伸的示意俯视图；

图 7 是图 6 设备的端视图；

图 8 是按照本发明的、示出延伸设备的预处理区域的一实施例的延伸设备的一部分轨道的示意图；

图 9 是按照本发明的、关于延伸设备的主延伸区的可调轨道的一实施例的示意图；

图 10 是按照本发明的、关于延伸设备的移出系统的一实施例的示意图；

图 11 是按照本发明的、关于延伸设备的移出系统的另一实施例的示意图；

图 12 是按照本发明的、关于延伸设备的移出系统的一第三实施例的示意图；

图 13 是按照本发明的、关于延伸设备的移出系统的一第四实施例的示意图；

图 14 是按照本发明的、关于延伸设备的移出系统的一第五实施例的示意图；

图 15 是按照本发明的、关于延伸设备的主延伸区域的轨道的另一实施例的示意图；

图 16 是按照本发明的、关于延伸设备的轨道和轨道形状控制单元的一实施例的示意侧剖视图；

图 17 是按照本发明的、例如用在如图 1 所示的传统延伸设备中的移出系统的一实施例的示意图；

图 18 是按照本发明的、关于延伸设备的主延伸区的适合的边界轨道的例子的曲线图；

图 19 是按照本发明的、示出了使用带有不同的抛物线外形的不同延伸区的、关于延伸设备的主延伸区的适合的边界轨道的例子的曲线图；

图 20 是按照本发明的、包括是接近于适合的抛物线的或基本抛物线的边界轨道的直线的边界轨道的、关于主延伸区的适合的边界轨道的例子的曲线图；

图 21 是图 16 的一部分轨道和轨道形状控制单元的示意图；以及

图 22 是图 16 的另一部分轨道和轨道形状控制单元的示意图。

虽然本发明适合于有许多修改和许多可替换选用的形状，但已在附图中的举例方式示出了和将详细叙述许多特别有用的内容。但是，应该理解其意图并不是用于将本发明局限于所述的特定的实施例。相反，意图是复盖落在本发明的原理和范围内的所有修改、等价物和可替换选用的内容。

## 具体实施方式

相信本发明可应用于关于延伸聚合物薄膜的方法和设备和利用该方法和设备制造的薄膜。此外，本发明旨在使用在延伸之后接纳聚合物薄膜的移出系统的关于延伸聚合物薄膜的方法和设备。使用这些方法和设备能够延伸聚合物薄膜，按需实现单轴向或接近单轴向取向。还能够使用这些方法和装置实现其它取向状态。

总体上本发明可应用于许多不同的聚合物薄膜、材料和加工过程。相信本发明尤其适合于制造聚合物光学薄膜。如果需要，能够使用这些方法和设备使光学薄

膜和其它薄膜与用传统方法和设备制造的光学薄膜比较时具有从改进的光学性能、改进的光学特性、增加的以受控方式或方向破裂或撕开的倾向、增加的尺寸稳定性、较好的可加工性、较容易的制造能力和较低的成本中选择的一个或多个性能。

按照本发明能够延伸或牵拉各种各样的光学薄膜。该薄膜可以是单层或多层薄膜。例如在美国专利 5,699,188; 5,825,543; 5,882,574; 5,965,247 和 6,096,375 和 PCT 专利申请公开号 W095/17330; W096/19347; W099/36812 和 W099/36248(这些专利的各专利的整个内容结合在此供参考)中揭示了适合的许多薄膜。在此所述的设备和方法包括对在美国专利申请系列号 10/156,347 和 10/156,348 和美国临时专利申请系列号 60/294,490 中所述设备和方法的改进、附加或变化，所有这些专利结合在此供参考。

按照本发明制造的薄膜可以用于的各种各样产品，例如包括偏振镜、反射偏振镜、二向色偏振镜、对齐的反射/二向色偏振镜、吸收偏振镜和延时器(包括 Z 轴线延时器)。该聚合物薄膜可以是整体的或多层的聚合物薄膜。该聚合物薄膜还可以包括例如在美国专利号 5,783,120; 5,825,543; 5,867,316; 6,057,961; 6,111,696 和 6,179,948 和美国专利申请系列号 09/871,130 和 09/686,460(所有这些专利都结合在此供参考)中所揭示的、形成例如扩散器或扩散反射偏振镜的光效应的多层不互溶的混合物。这些聚合物薄膜可以包括在牵拉之前或之后提供的包复的或附加的层。在美国专利号 6,368,699 中叙述了某些适合的复层和层的例子，该专利结合在此供参考。在某些实施例中，该聚合物薄膜包括附加的偏振部分，例如金属可压制的定向染料、金属丝格偏振部分等。有用结构的一个例子是带有形成在薄膜上、即在延伸薄膜之前或之后包复在薄膜上的一层聚乙烯醇(PVA)的薄膜。例如通过碘着色、酸脱水或染料埋入方法可以后加工 PVA，用以形成双色偏振层。基体自身可以是整体的薄膜或带或不带有光学反射功能的多层结构。可以在美国专利号 6,113,811 中找到适合用在这结构中的 PVA 薄膜的例子，该专利结合在此供参考。

本发明的特定薄膜的一个应用是例如在用于前和后投影系统的偏振分光镜的装置中的一组成部分或者用于显示器(例如液晶显示器)或微显示器中的提高亮度的薄膜。还应该注意到以下按照本发明所述的延伸设备可以与长度定向器一起使用，用于制造镜子。

通常，该加工过程包括对参照对应于机器方向(MD)、横向(TD)和垂直方向(ND)的三个相互正交轴线叙述的薄膜进行延伸。这些轴线对应于薄膜的宽度、长度和厚度，如图 4 所示。延伸加工将薄膜的区域 20 从初始外形 24 延伸至最终外形 26。

机器的方向是薄膜沿着其通过延伸设备。例如图 5 所示设备的总体方向。横向是在薄膜的平面内与机器方向正交的第二轴线。垂直方向与 MD 和 TD 两方向正交和通常对应于聚合物薄膜的厚度尺寸。

图 3 是按照本发明的加工过程的方块流程图。在步骤 30 中，将薄膜供应或提供给用于延伸薄膜的设备。该加工过程可选择地包括预处理步骤 32。在步骤 34 中延伸薄膜。可选择地在步骤 36 中后处理薄膜。在步骤 38 中从延伸设备移出薄膜。

图 5 示出了本发明的延伸设备和方法的一实施例。会认识到使用与延伸设备(它是在图 3 的最小的执行步骤 34 中)分开的一个或多个附加设备可以实现图 3 所示的加工过程。这些一个或多个附加设备执行在图 3 中所示的和在图 5 中所示的，如由延伸设备所执行的一个或多个非延伸功能(例如由步骤 30, 32, 36 和 38 所代表的功能)。

在图 5 的所示实施例中，该设备包括其中将薄膜 40 引入延伸设备的区域 30。可以通过任一所需方法提供薄膜。例如，能够将薄膜形成为一卷或其它形式，然后提供给延伸设备。作为另一个例子，能够将延伸设备构成为从挤压机(例如，如果通过挤压产生薄膜和挤压之后准备用于延伸)或包复机(例如，如果通过包复产生薄膜或在接受一层或多层包复层之后准备用于延伸)或叠层机(例如，如果通过叠层产生薄膜或在接受一层或多层叠层之后准备用于延伸)接受薄膜。

通常，在区域 30 内将薄膜 40 传送给一个或多个夹持件，该夹持件被构造和布置成夹持薄膜的相对边和沿着形成预定路径的相对轨道 64 传送薄膜。夹持件 70(见图 7)通常在薄膜的边缘处或边缘附近夹持薄膜。由夹持件所夹持的薄膜的部分在延伸之后不适用于使用，所以通常选择夹持件的位置，以在薄膜上提供充分的夹持以允许延伸，同时控制由该加工过程所产生的废料的数量。

适合的夹持件的一个例子包括在相对表面之间顺序夹持薄膜和然后围绕一轨道运行的一系列夹子。夹持件可以沿着轨道置于一沟槽或通道内和在其中运行。另一例子是在相对的皮带或支撑面之间夹持薄膜的皮带系统，或一系列皮带或支撑面，以及沿着轨道引导薄膜。如果需要，皮带和支撑面能够提供柔性的和连续的、或半连续的、薄膜传送机构。例如在美国专利号 5,517,737 或在欧洲专利申请公开号(这些专利的每一专利的整个内容结合在此供参考)中叙述了许多相对的、多皮带方法。可选择地调节皮带的张力，以得到所需的夹持程度。

可以用任何材料制造皮带或夹子。例如，皮带可以是复合结构。适合的皮带的一个例子包括例如钢的金属制造的内层，用于支持较高的张力，以及弹性体的外

层，以提供良好的夹持。也能使用其它皮带。在某些实施例中，皮带包括不连续的支撑表面，用于提供良好的夹持。

已知和可以使用夹持和传送薄膜通过延伸器的其它方法。在某些实施例中，夹持设备的不同部分可以使用不同类型的夹持件。

例如通过多根辊 62 沿着轨道可以引导例如夹子的夹持件，该辊子沿着轨道转动链条，同时夹持件连接于链条。该辊子连接于传动机构，该机构在将薄膜传送通过延伸设备时控制薄膜的速度和方向。还能够利用辊子转动皮带式夹持件和控制皮带式夹持件的速度。皮带和辊子可选择地包括互锁齿，用于减少或防止在皮带和辊子之间的滑动。

图 6 和 7 示出了夹持件和轨道的一实施例。这实施例和夹持件 70 是一系列拉幅器夹子。这些夹子能够提供通过分段的总体柔性。通常紧密地组合这些分离的夹子和将这些夹子连接于例如链条的柔性结构。该柔性结构沿着轨道 64 的通道或通道内运行。关键地放置的凸轮和凸轮表面在所需的位置打开和关闭拉幅器夹子。夹子和链条组件可选择地在轮子或轴承或类似构件上运行。作为一个例子，夹持件是安装在两对内和外导轨之间滚动的上和下轴承上的拉幅夹子。这些导轨至少部分地形成了轨道。

夹持件的边缘形成了关于将被延伸的薄膜部分的边界边缘。夹持件沿着轨道的运动提供了边界轨迹，该边界轨迹至少部分地引起了薄膜的运动和牵拉。其它作用(例如下游网(downweb)张力和卷取装置)可以导致该运动和牵拉的其它部分。通常从夹持件沿其运行的轨道或导轨较易于识别边界轨迹。例如，能够将例如拉幅器夹子的夹持件的中心的有效边对齐跟踪与轨道或导轨的表面相同的路径。从而这表面与边界轨道一致。实际上，夹持件的有效边被从夹持件下的薄膜的稍许滑移或流出弄得有些不清楚，但是可以使这些偏差较小。

此外，对于例如拉幅器夹子的夹持件，边表面的长度能够影响实际边界轨迹。较小夹子通常将提供对边界轨迹的较好接近和较小的延伸波动。至少在某些实施例中，夹子表面边的长度不超过在相对的边界轨迹与轨道之间的总初始距离的一半，以及能够不超过其四分之一。

可选择地将两个相对轨道设置在两个分开的或可分开的平台上，或按其它方法被构造成允许在相对轨道之间的距离可以进行调节。如果用该设备延伸不同尺寸的薄膜，或者如果希望改变主延伸区内的延伸结构，如以下所讨论的，这能够是特别有用的。能够手工地、机械地(例如，采用计算机或其它装置控制能够改变在轨

道之间的分开距离和驱动器)或两者执行在相对轨道之间的分离或变化。

由于薄膜被安装在相对的轨道上的两套相对的夹持件夹持着,因此有两个相对的边界轨迹。至少在某些实施例中,这些轨迹是相对于牵拉薄膜的 MD 中心线是镜像对称的。在其它实施例中,相对的轨迹不镜像对称。这不镜像对称的安排能够用于提供在跨越薄膜的一个或多个光学或物理性能方面的变化(例如,主轴线的斜率或转动)。

返回到图 5,该设备可选择地包括预处理区 32,该区通常被用于对准备延伸的薄膜加热的炉子 54 或其它布置或结构包围。该预处理区可以包括预热区 42、均热处理区 44 或两者。至少在某些实施例中,那里可以产生少量的薄膜延伸,以便建立在夹持件和薄膜之间的接触,如图 8 的边界轨迹所示。至少在某些情况下,那里实际上可以设有任何延伸,但是在相对轨迹之间的分开距离的增加至少部分地是由于当薄膜加热时薄膜的热膨胀的原因。

图 8 示出了供应区 30',随后是预处理区 32' 和主延伸区 34'。在预处理区 32' 内(或可选地在供应区 30' 内)提供夹持件设置区 31',在该设置区内轨道稍许分开,用于将夹持件(例如,拉幅器夹子)设置在薄膜上。在这区内可选择地对薄膜加热。这初始 TD 延伸通常不超过最终 TD 延伸的 5%,一般不小于最终 TD 延伸的 2%和经常不小于最终 TD 延伸的 1%。在某些实施例中,在产生这初始延伸的该区域之后是区域 33',在区域 33' 内轨道基本上平行和薄膜被加热和维持在升高的温度下。

返回到图 5,薄膜在主延伸区 34 被延伸。通常,在主延伸区 34 内,将薄膜加热和保持在薄膜的聚合物的玻璃化转变之上的加热环境中。对于聚酯,该温度范围通常在 80°C 和 160°C 之间。适当的加热元件的例子包括对流的和辐射的加热元件,不过也能够使用其它加热元件。在某些实施例中,可以单独地或成组地控制用于加热薄膜的加热元件,以提供可变的热量。由包括在加热元件的温度和从加热元件引导至薄膜的空气的方向或速度方面可变性的许多过程能够保持这控制。如果需要,还能对薄膜的可变加热区使用加热元件的控制,用于改进或者变化越过薄膜的延伸的均匀性。例如,能够对均匀加热下不像其它区域那样多地被延伸的薄膜的区域进行较多的加热,以允许其较容易地延伸。

在主延伸区 34 内,夹持件跟随大体上扩张的轨道,按所需的数量延伸聚合物薄膜。采用各种结构和材料可以形成设备的主延伸区和其它区内的轨道。在主延伸区的外部,轨道通常基本上是直线状的。相对的直线状轨道可以是平行的或者可以被设置成汇聚或扩张。在主延伸区内,轨道大体上是扩张的和大体上是曲线状的,

如以下所讨论的。

在延伸设备的所有区域中，可以用可选择地连接在一起的一系列直线或曲线段形成轨道。可以用允许两个或多个(或甚至全部)单个区域分开(例如，为了维护或构造)的诸段构成该轨道。作为一可替换选用的或在特定的诸区域或成组的区域内，可以将轨道形成为单个连续的结构。轨道可以包括跨越延伸设备的一个或多个相邻区的一连续结构。轨道可以是连续的结果和单段的任何组合。

至少在某些实施例中，主延伸区内的轨道连接于前方区域的轨道，但可从其分开。在随后的后处理或移出区内的轨道 140，141 通常与主延伸区的轨道分开，例如图 5 中所示。

虽然在主延伸区的轨道是曲线形的，但是至少在某些实施例中能够使用直线状轨道段。将这些段相互对齐(例如，通过围绕轴线枢转各直线段)，以产生接近所需的曲线状轨道外形的直线状。通常，直线段越短，可以使曲线状接近程度越好。在某些实施例中，一个或多个、以及较佳的全部直线段是可调的(围绕轴线可枢转)，以致如果需要能够调节轨道的形状。可以手工进行该调节或者可以机械地进行该调节，较佳地是在连接于驱动器的计算机或其它装置的控制之下进行。会理解到，可以利用曲线段代替或附加于直线段。

还可以利用通过各段的连续轨道。尤其，能够使用通过主延伸区的一连续的、曲线状轨道。连续的曲线状轨道通常包括形成夹持件沿着其运行的轨道的至少一连续导轨。这一实施例中，曲线状轨道包括带有拉幅器夹子的两对内和外导轨，该夹子安装在四个导轨之间滚动的顶部和底部轴承上。

在某些实施例中，连续轨道是可调的，制造可调的连续轨道的方法包括使用一个或多个轨道形状控制单元。将这些轨道形状控制单元连接于例如连续导轨的连续轨道的一部分，以及将该控制单元构造成按需对轨道施加一力，以弯曲该轨道。图 9 示意地示出了带有连接于轨道 64 的轨道形状控制单元 65 的这一结构的一实施例。通常，轨道形状控制单元具有它能够施加的力的范围，不过可以将某些实施例限制于是开或关的控制单元。轨道形状控制单元通常能够朝薄膜的中心施加力或者以离开薄膜中心的方向施加力、或者较佳地是上述两情况。可以将轨道形状控制单元连接于可调的连续轨道上的特定位置处，或者可以将轨道形状控制单元构造成使轨道能够沿着控制单元侧向滑动、同时仍旧保持在轨道和控制单元之间的连接。这结构能够便于具有运动的较大范围，这是因为它允许在驱动控制单元时更加自由地调节轨道。通常，轨道形状控制单元允许轨道运动通过一系列形状，例如图 9 的形

状 67 和 69。通常，轨道形状控制单元和轨道能够沿着一运动直线(或其它几何形状)运动。当使用一个以上的轨道形状控制单元时，轨道形状控制单元可以具有相同的或类似的运动直线和运动范围，或者对于各轨道形状控制单元的运动直线和范围可以是不同的。

图 16 示出了适当的轨道形状控制单元和轨道的一例子。在这实施例中的轨道包括有拉幅器夹子(未出出)的四根导轨 400，该夹子安装在四根导轨之间滚动的轴承上。轨道形状控制单元包括连接于驱动器(未示出)、顶和底内接触件 404、以及顶和底外接触件 406 的基座 402。内和外接触件 404、406 连接于基座 402，以致运动该基座允许该接触件分别对导轨的内和外表面施加力。较佳地，内和外接触件具有一形状，当从上方或下方观察时，该形状仅仅提供在内接触件 406 和导轨 400 之间的较小的接触表面，如图 21 所示(仅示出了导轨 400 和内接触件 406)。这形状的例子包括圆形和卵形以及钻石形、六角形或其中在内接触件 406 和导轨之间的接触发生在这些形状的顶部的其它类似形状。可以类似地形成外接触件 404，以便当从上方或下方观察时，外接触件的部分成为与导轨 400 接触的一点，如图 22 所示(仅示出了导轨 400 和与导轨接触的外接触件 404 的部分)。如果需要，利用这形状允许轨道形状控制单元施加力，以修改轨道形状，同时允许轨道通过控制单元、而不是固定于控制单元侧向滑动。这结构还可以允许轨道调节在控制单元内的它的瞬时倾斜。由于这些原因的一个或两个原因，轨道可以具有较大的形状调节范围。在另一些实施例中，可以有较少或较多的接触件或者可以仅有内接触件或仅有外接触件。

返回到图 9，在某些实施例中，轨道的一个或多个点 73 是固定的。固定点可以位于沿着轨道的任何位置，包括在起始点或其附近(如图 9 所示)或在主延伸区的端部。固定点 73 还可以位于沿着轨道的其它点处，如图 15 所示。

如图 15 进一步所示，可以将轨道构造成提供在主延伸区的区域 81、83、85，这些区域具有不同的延伸特性，或者可以用不同的数字方式描述它们。在某些实施例中，轨道具有形成这些不同区域的形状。在另一些实施例中，利用例如以上所讨论的形状。在另一些实施例中，利用例如以上所讨论的轨道形状控制单元可以调节轨道，以提供超过单功能布置的多种形状 87、89。因这为允许主延伸区的不同部分完成所需的功能，所以这可以是有利的。例如，初始延伸区可以具有一特定形状(例如带有 U>1 和 F>1 的超单轴向形状，如以下所述)，随后是带有不同形状(例如，单轴向形状)的一个或多个后方区域。可选择地，可以提供从一形状至另一形状过

渡的中间区域。在某些实施例中，各区域可以分开或者由轨道的固定点 73 限定。

在某些实施例中，轨道具有沿着轨道长度的不均匀的横剖面形状，便于轨道的弯曲和成形。例如，用在轨道中的一个或多个导轨可以具有不同的横剖面形状。作为一个例子，在上述的四根导轨结构中，各根导轨、或轨道的一子组件、具有沿着轨道的变化的横剖面。例如，通过改变轨道(或轨道的一组成部分，例如一根或多根连续导轨)的高度或厚度或者两者，能够改变横剖面。作为一个例子，在一实施例中轨道或在轨道中的一个或多个导轨的厚度在机器方向沿着轨道的长度减小或增加。可以利用这些变化支持一特定的轨道形状或轨道形状可调性方面的变化。例如，如以上所述轨道可以具有若干不同的区域，各区域具有不同的轨道形状。在各区域内可以改变轨道或轨道组成部分的横剖面的变化，以实现或便于一特定的导轨形状和在区域之间可以变化。作为一个例子，带有较厚横剖面形状的一区域可以设置在两个另外的区域之间，以隔离或提供两区域之间的过渡间距。

作为轨道或导轨横剖面中变化的一个例子，能够利用弧长  $S$  代表在轨道或轨道的部分、例如导轨的厚度外形的设计中沿着轨道的一位置。将牵拉开始处的弧长  $S$  确定为零。在牵拉的另一端确定为  $L$ ，同时在牵拉的开始和终端处的相应厚度分别确定为  $h(0)$  和  $h(L)$ 。在这特定实施例中轨道或轨道组成部分(例为导轨)在从  $L'$  至  $L''$ 、在  $S=0$  和  $S=L$  之间梁的一部分上具有斜度，以致在位置  $L'$  处的厚度  $h(L')$  大于在位置  $L''$  处的厚度  $h(L'')$ 。以这种方式， $L'$  或  $L''$  可以处于较大的弧长座标上(即  $L' > L''$  或  $L' < L''$ )。有用厚度外形的一个例子由关于厚度  $h(S)$  的函数、如由下列方程式提供的从  $L'$  至  $L''$  的导轨上弧长的函数得出一斜度：

$$h(S) = (h(L') - h(L'')) (1 - (S - L') / (L'' - L'))^\alpha + h(L'')$$

式中  $\alpha$  是从  $L'$  至  $L''$  产生减小的厚度的斜度的正比例值。当  $L'$  小于  $L''$  时，这产生随着弧长的厚度减小。当  $L'$  大于  $L''$  时这产生随着弧长的厚度增加。轨道可以选择地在诸部分中按比例分配，各部分带有它自己的局部  $L'$ 、 $L''$  和斜度比值。轨道或轨道组成部分的最大厚度取决于在轨道上那位置处所需的挠度数值。利用梁理论，可以显示在带有斜度的直梁情况下，三分之一的  $\alpha$  值提供了响应于在一端处载荷的抛物线形状弯曲。当梁开始处于弯曲的稳定外形或被若干控制点加载时，其它斜度可以是较希望有的。对于越过许多其它形状的变换，可以有用的是在某轨道或轨道组成部分内具有增大的和减小的厚度，或在这些部分的任何部分上的斜度的数值计算形式。沿着轨道或轨道组成部分的任何位置处的最小厚度取决于支持牵拉力的轨道的所要求的强度数值。最大厚度可以是所需挠度高度的函数。通常有益的是保持

轨道调节在轨道或轨道组成部分的弹性范围内,例如避免轨道或轨道组成部分的永久塑性变形和失去可重复的调节能力。

由相对的轨道形成的路径影响薄膜在 MD、TD 和 ND 方向的延伸。可以将延伸(或牵拉)变化叙述为一组牵拉比: 机器方向牵拉比(MDDR)、横向牵拉比(TDDR)和垂直方向牵拉比(NDDR)。当相对于薄膜确定时,通常将特定的牵拉比规定为薄膜在所需方向(例如, TD, MD 和 ND)的目前尺寸(例如, 长度、宽度或厚度)和薄膜在相同方向的初始尺寸(例如, 长度、宽度或厚度)的比值。不过通过观察牵拉时的聚合物薄膜能够确定这些牵拉比,除非对于 MDDR、TDDR 和 NDDR 的其它指示基准涉及由用于延伸聚合物薄膜的轨道所确定的牵拉比。

在延伸加工过程中的任意某位置处, TDDR 对应于边界轨迹的目前分开距离 L 和在延伸开始时边界轨迹的初始分开距离  $L_0$  的比值。换句话说,  $TDDR = L/L_0$ 。在某些情况中(如图 2 和 4 中), 符号  $\lambda$  代表 TDDR。在延伸过程中的任何某点, MDDR 是在 MD 和边界轨迹, 例如轨道或导轨的瞬时切线之间的正夹角、扩张角的全弦。它产生了  $COT(\theta)$  等于在那点的轨道的瞬时斜率(即第一阶层数)。在确定 TDDR 和 MDDR 方面, 倘若在延伸加工期间聚合物薄膜的密度不变,  $NDDR = 1 / (TDDR \times MDDR)$ 。但是, 如果薄膜密度按  $\rho_f$  系数变化, 其中  $\rho_f = \rho_0 / \rho$ ,  $\rho$  是在延伸过程中当前点处的密度和  $\rho_0$  是在延伸开始时的薄膜密度, 那么如预期的那样  $NDDR = \rho_f / (TDDR \times MDDR)$ 。有许多原因可以产生材料密度的变化, 这些原因例如包括由于牵拉或其它加工条件所引起的相变, 例如结晶或部分结晶。

随着横向尺寸的增加, 完全的单轴向牵拉状态分别造成  $\lambda$ 、 $(\lambda)^{-1/2}$  和  $(\lambda)^{-1/2}$  的 TDDR、MDDR 和 NDDR, 如图 2 所示(假定材料密度不变)。换句话说, 假定在牵拉过程中有均匀的密度, 单轴向取向的薄膜是其中在整个牵拉中  $MDDR = (TDDR)^{-1/2}$  的薄膜。可以将单轴向特征 U 的值的有用计算确定如下

$$U = \frac{1}{\frac{MDDR}{TDDR^{1/2}} - 1}$$

对于完全的单轴向牵拉, 在整个牵拉中 U 为 1。当 U 小于 1 时, 将牵拉状态认为是“次轴向的”, 当 U 大于 1 时, 将牵拉状态称为是“超轴向的”。在传统的拉幅器中, 其中沿着轨道 2 直线状牵拉聚合物薄膜, 如图 1 和 2 所示, 延伸薄膜的区域 4 到达延伸区 6 和扩张角较小(例如约 3°或以下), MDDR 约为 1 和 U 接近于零。如果薄膜是被双轴向牵拉, 从而 MDDR 大于 1, U 成为负值。在某些实施例中, U 可以具有大于 1 的值。U 大于 1 的诸状态代表过分松弛的许多程度。这些过松弛状态

产生来自边界边缘的 MD 压缩。如果 MD 压缩的程度对几何形状和材料刚度是充分的，薄膜将弯曲或皱缩。

为预期的那样，对于密度变化能够校正 U，以产生按照下列公式的  $U_f$ ：

$$U_f = \frac{\frac{1}{MDDR} - 1}{\left[ \frac{TDDR}{\rho_f} \right]^{1/2} - 1}$$

较佳地，在平面中牵拉薄膜（即边界轨迹和轨道是共平面的），例如图 5 所示，不过不共平面的牵拉轨迹也是可以接受的。因为平面内的限制减少了许多变量，所以简化了平面内边界轨迹的设计。关于完全单轴向取向的结果是一对镜像对称的、平面内的、从平面内 MD 中心线扩张的抛物线。可以通过首先确定 TD 为“X”方向和 MD 为“y”方向描绘抛物线。可以将在相对的定界的抛物线之间的 MD 中心线取为 y 座标轴线。可以将座标原点选择为主延伸区的开始处和对应于在抛物线轨迹之间的中心轨迹的初始中心点。分别选择左和右定界抛物线，以在负和正  $X_0$  处开始 ( $y=0$ )。对于体现本发明的这实施例的正 y 值，右定界的抛物线轨迹是：

$$X/X_0 = (1/4)(y/X_0)^2 + 1$$

通过将上述等式的左手侧乘负 1 得到左定界的抛物线轨迹。在以下讨论中，提出关于确定右边界轨迹的方法的说明。通过采取在薄膜的中心线上的右边界轨迹的镜像对称图形可以得到左边界轨迹。

共平面的抛物线轨迹能够提供理想状态下的单轴向取向。但是，其它因素能够影响实现单轴向取向的能力，它例如包括聚合物薄膜的不均匀厚度、在延伸聚合物薄膜的不均匀加热、以及例如从设备的下游网 (down-web) 区施加的附加张力（例如，机器方向张力）。此外，在许多情况中，不需要实现完全的轴向取向。而且，可以形成在整个牵拉中或牵拉的一特定部分的期间内保持一最小或阈值 U 或平均的 U 值。例如，按需要或如特定应用所需的，可接受的最小/阈值或平均 U 值是 0.7, 0.75, 0.8, 0.85, 0.9 或 0.95。

作为可接受的几乎单轴向应用的一个例子，使用在液晶显示应用中的反射的偏振镜的倾斜特性是强烈地受到当 TD 是主单轴向牵拉方向时折射的 MD 和 ND 指数中的差异的影响，0.08 的 MD 和 MD 中的指数差异在某些情况下是可以接受的。在其它情况下，0.04 的差异是可以接收的。在较严格的应用场合，0.02 或以下的差异是较佳的。例如，0.85 的单轴向特性程度在许多情况下足以提供在聚酯系统中、

在 MD 和 ND 方向之间的折射指数差异, 在该聚酯系统中包含用于单轴向横向牵拉薄膜的聚乙烯苯二甲酸酯(PEN)或者在 633 纳米处的 0.02 或以下的 PEN 的共聚物。对于某些聚酯系统、例如聚对苯二甲酸乙二酯, 因为在非基本上单轴向牵拉的薄膜内折射指数中较小的固有差异, 所以 0.80 或甚至 0.75 的较小的 U 值是可以接受的。

次单轴向牵拉中, 能够使用最后的实际上的单轴向特征值用于由下列等式估算在 y(MD) 和 z(ND) 方向之间匹配的折射指数的程度:

$$\Delta n_{yz} = \Delta n_{yz}(U=0) \times (1-U)$$

式中  $\Delta n_{yz}$  是关于值 U 在 MD 方向(即, y 方向)和 ND 方向(即, z 方向)内折射指数之间的差异, 以及  $\Delta n_{yz}(U=0)$  是除了在牵拉中保持 MDDR 为 1 之外同样在牵拉的薄膜中的折射指数差异。对于用在许多种光学光膜中的聚酯系统(包括 PEN、PET 和 PEN 或 PET 的共聚物), 发现这关系式是合理预见的。在这些聚酯系统中,  $\Delta n_{yz}(U=0)$  通常是在两平面内方向 MD(y 轴线)和 TD(x 轴线)之间折射差异的差值  $\Delta n_{xy}(U=0)$  的约一半或以上。对于  $\Delta n_{xy}(U=0)$  的典型值在 633 纳米处直至达到约 0.26。对于  $\Delta n_{yz}(U=0)$  的典型值在 633 纳米处直至达到 0.15。例如包括约 90%PEN 状的反复单元和 10%PET 状的反复单元的 90/10 共 PEN、即一共聚多酯具有在 633 纳米处、约 0.14 的在高延伸状态的典型值。按照本发明的方法制造了包括这 90/10 共 PEN、并带有如由实际的薄膜牵拉比测量的 0.75, 0.88 和 0.97 的 U 值和在 633 纳米处的 0.02, 0.01 和 0.03 和  $\Delta n_{yz}$  的相应值的薄膜。

由以下方法可以确定几乎或基本上是单轴向特性的一组可接受的抛物线轨迹。这所述的方法直接确定了“右”边界轨迹, 以及将“左”边界轨迹采取为镜像对称图形。首先, 通过确定在相对的边界轨迹之间测量的 TDDR 和在所述的 TDDR 范围上形成为这些边界轨迹的非负的扩张角的余弦的 MDDR 之间的瞬时函数关系, 建立一条件。其次, 为在抛物线轨迹的讨论中所叙述的, 形成该问题的几何形状。 $X_1$  确定为在边界轨迹之间的初始的一半距离和比值  $(X/X_1)$  被识别为瞬时的 TDDR, 其中 X 是在边界轨迹上一点的当前的 X 位置。其次, 将在 TDDR 和 MDDR 之间的瞬时函数关系转化成在 TDDR 和扩张角之间的关系。当选择 U 的一特定值时, 上述等式提供了 MDDR 和 TDDR 之间的特定关系, 然后能够将这关系用于确定边界轨迹的较广泛类型的算法中, 该轨迹也包括作为在 U 接近 1 时一限定情况的抛物线轨迹。其次, 将边界轨迹限制为满足下列微分方程:

$$d(X/X_1)/(d(y/X_1)) = \tan(\theta)$$

式中  $\tan(\theta)$  是扩张角  $\theta$  的正切, 以及 y 是对应于某 x 座标的、在右边界轨迹上相对

点的当前位置的 y 座标。其次，例如通过沿着 TDDR 的函数关系对  $1/\tan(\theta)$  从 1 积分至最大要求的值，可以解这微分方程，用以分析地或数值地得到右边界轨迹的完整的一组座标 { (x, y) } 。

作为可接受的轨迹的另一例子，能够叙述一类型的平面内的轨迹，其中使用带有较小或较大初始有效网 (web) TD 长度的抛物线轨迹。如果  $X_i$  是在关于主延伸区的入口处的、在两相对的边界轨迹之间分开距离的一半(即是在相对边界轨迹之间的初始一半距离的初始薄膜 TD 尺寸减去由夹持器所保持的边缘)，然后由下列方程式描述这类型的轨迹：

$$\pm(X)/(X_i) = (1/4)(X_i/X_0)(y/X_i)^2 + 1$$

式中  $X_i/X_0$  被定义为成比例的入口分开距离。数据  $X_0$  对应于如果上述方程式描述了提供完全单轴向牵拉的抛物线轨迹所要求的、在两相对的轨迹之间的分开距离的一半。成比例的入口分开距离是轨迹偏离单轴向状态的指示。在一实施例中，主延伸区内的两相对轨迹之间的距离是可以调节的，如以上所讨论的，便于轨迹的操纵提供不同于 1 的 U 和 F 的值。还能使用形成这些轨迹的其它方法，例如包括使用轨迹形状控制单元操纵轨迹的形状或通过选择具有所需轨迹的一固定形状。

对于超单轴向牵拉，利用过喂送量的概念能够计量皱缩的严重程度。可以将过喂送量 F 定义为单轴向 MDDR (等于  $(TDDR)^{-1/2}$ ) 除以实际的 MDDR。如果实际的 MDDR 小于单轴向 MDDR，那么过喂送量 F 小于 1 和 MDDR 处于放松不足，造成 U 小于 1。如果 F 大于 1，牵拉是超单向和 MDDR 是相对于单轴向情况过分松弛。因为薄的、顺从的薄膜加压弯曲阈值通常较低，所以至少一部分过分松弛可以聚积成皱缩。当 F 大于 1 时，过喂送量至少接近地对应于沿着 MD 的皱缩中的实际薄膜外形长度对平面内的外形长度或距离的比值。

因为在不变的密度的情况下在 TDDR 和 MDDR 之间的关系，所以可将 F 写成为：

$$F = 1 / (MDDR \times TDDR^{1/2})$$

通常，F 被看作为与设计目的无关的密度。在加工过程中任何时候 F 的较大值能引起较大的皱缩，皱缩能够折叠和粘附于薄膜的其它部分之上，引起疵品。至少在某些实施例中，在牵拉期间过喂送量 F 保持为 2 或以下，以避免或减少皱缩或折叠。在某些实施例中，在整个牵拉过程中过喂送量是 1.5 或以下。对于某些薄膜，在牵拉中允许 1.2 或者甚至 1.1 的 F 的最大值。

至少对于某些实施例，尤其通过整个牵拉带有  $U > 1$  的实施例，重新安排过喂送量的定义提供了在已知当前 TDDR 的最小 MDDR 上的相对的限制条件：

$$\text{MDDR} > 1 / (\text{F}_{\max} \times \text{TDDR}^{1/2})$$

式中  $\text{F}_{\max}$  能够被选择为大于 1 的任何较佳的值。例如，可以将  $\text{F}$  选择为 2, 1.5, 1.2 或 1.1, 如以上所讨论的。

当过喂送量小于 1 时，有效地是沿着 MD 的平面内距离比对于实际单轴向牵拉所希望的较大的 MDDR 可以是松弛不足和引起 MD 张力。该结果可以是 U 值小于 1。利用在 U、F、MDDR 和 TDDR 之间的关系，在 U 和 F 之间随着 TDDR 变化有一相应的关联。在临界牵拉比为 2 时，最小的 U 值对应于约 0.9 的最小过喂送量。至少对于包括其中对于整个牵拉  $U > 1$  的边界轨迹的某些边界轨迹，能够选择 MDDR，以在牵拉的最后部分期间保持在某值之下，例如

$$\text{MDDR} < 1 / (\text{F}_{\min} \times \text{TDDR}^{1/2})$$

式中  $\text{F}_{\min}$  是对于在牵拉比 2 之后的牵拉的最后部分的 0.9 或以上。

作为一个例子，可以使用其中在整个延伸中  $\text{MDDR} < (\text{TDDR})^{-1/2}$  (即  $U > 1$ )、 $\text{F}_{\max}$  是 2 和薄膜被延伸至 TDDR 为 4 的轨迹。如果轨迹是共平面的，那么薄膜被延伸到至少 2.4 和通常 2.3 的 TDDR。如果  $\text{F}_{\max}$  是 1.5, 那么薄膜被延伸到至少 6.8 的 TDDR。如果轨迹是共平面的，那么薄膜被延伸到至少 2.1 和通常至少 4.7 的 TDDR。如果  $\text{F}_{\max}$  是 1.2, 那么利用共平面轨迹、薄膜被延伸到至少 1.8 和通常至少 4.0 的 TDDR。对于共平面或不共平面的边界轨迹，如果对  $\text{F}$  没有限制，那么薄膜被延伸到大于 4 和通常至少 6.8 的 TDDR。

在另一例子中，可以利用共平面轨迹，其中在整个延伸中  $(\text{F}_{\min}) \times (\text{MDDR}) < (\text{TDDR})^{1/2}$ 、 $\text{F}_{\max}$  为 2、 $\text{F}_{\min}$  为 0.9 和薄膜被延伸到至少 4.6 和通常至少 6.8 的 TDDR。如果  $\text{F}_{\max}$  是 1.5, 那么薄膜被延伸到至少 4.2 和通常至少 6.1 的 TDDR；如果  $\text{F}_{\max}$  是 1.2, 那么薄膜被延伸到至少 3.7 和通常至 5.4 的 TDDR。如果对  $\text{F}$  没有限制，那么薄膜被延伸到至少 8.4 的 TDDR。还能够使用边界轨迹，其中在整个延伸中  $(\text{F}_{\min}) \times (\text{MDDR}) < (\text{TDDR})^{1/2}$ 、 $\text{F}_{\max}$  为 1.5、 $\text{F}_{\min}$  为 0.9 和薄膜被延伸到至少 6.8 的 TDDR。

利用  $\text{F}_{\max}$  能够形成其它有用的轨迹。有用的轨迹包括其中 TDDR 是至少 5、U 在实现 2.5 的 TDDR 之后的延伸最后部分上是至少 0.85 和在延伸期间  $\text{F}_{\max}$  是 2 的共平面轨迹。有用的轨迹还包括其中 TDDR 为至少 6、U 在实现 2.5 的 TDDR 之后的延伸的最后部分上为至少 0.7 和  $\text{F}_{\max}$  在延伸期间为 2 的共平面轨迹。

又一些可用的共平面轨迹包括其中在 TDDR 是大于临界值 TDDR' 的牵拉的最后部分期间  $\text{MDDR} < \text{TDDR}'^{1/2} < (\text{F}_{\max}) \times (\text{MDDR})$  的那些轨迹。以下提供了对于该轨迹应该实现的最小牵拉比。当 TDDR' 为 2 或以下时，那么对于  $\text{F}_{\max}=2$ , 最小牵拉为 3.5；对于

$F_{max}=1.5$ , 最小牵拉是 3.2; 以及对于  $F_{max}=2$ , 最小牵拉是 2.7。当 TDDR' 为 4 或以下时, 那么对于  $F_{max}=2$ , 最小牵拉是 5.8; 对于  $F_{max}=1.5$ , 最小牵拉是 5.3; 以及对于  $F_{max}=1.2$ , 最小牵拉是 4.8。当 TDDR' 是 5 或以下时, 那么对于  $F_{max}=2$ , 最小牵拉是 7; 对于  $F_{max}=1.5$ , 最小牵拉是 6.4; 以及对于  $F_{max}=1.2$ , 最小牵拉是 5.8。

通常, 利用曲线和直线轨道可以构成各种各样的可以接受的轨迹, 以致在整个牵拉中将过喂送量保持在临界的最大值之下, 用于防止折叠疵点, 同时保持在临界的最小值之下, 用于允许真正的单轴向特性的所需值, 并带它所产生的性能。

利用抛物线形状可以形成各种各样的次单轴向的和超单向的轨迹。图 18 示出了表示在临界的 TDDR 之后的不同程度最小值 U 和表示直至最后所需的 TDDR 的不同的最大过喂送的许多例子。这些曲线用与  $X_1$ 、轨道的初始分开距离的一半为比例的座标 x 和 y 表示。因此成比例的 X 座标 / ( $x/x_1$ ) 数值等于 TDDR。曲线 300 是带有 1.0 的  $x_1/x_0$  值的理想情况。曲线 302 是其中在 2.5 的牵拉比之上 U 保持大于 0.70 的、带有 0.653 的  $x_1/x_0$  值的抛物线例子。曲线 304 是其中在 2.5 牵拉比之后 U 保持在 0.85 之上的、带有 0.822 的  $x_1/x_0$  值的抛物线的例子。曲线 306、308 和 310 示出了多种过喂送的程度。过喂送量、TDDR 和成比例的入口宽度通过下列方程式相关联:

$$x_1/x_0 = (F^2(TDDR) - 1) / (TDDR - 1)$$

它直接产生在此所述的抛物线轨迹中过喂送量随着 TDDR 的增加而增加。曲线 306 是其中过喂送量保持在 1.2 之下直至 6.5 的最后牵拉比的、带有 1.52 的  $x_1/x_0$  值的抛物线例子。曲线 308 是其中过喂送量保持在 1.5 之下直至 6.5 的最后牵拉比的、带有 2.477 的  $x_1/x_0$  值的抛物线例子。曲线 310 是其中过喂送量保持在 2 之下直至 6.5 的最后牵拉比、带有 4.545 的  $x_1/x_0$  值的抛物线例子。过喂送量的程度在这些例子中是最终牵拉比的函数。例如, 使用仅仅 4.333、而不是 4.545 的  $x_1/x_0$  值允许牵拉至 10 的最终的 TDDR, 同时保持过喂送量在 2 之下。

对于抛物线轨迹, 一关系式允许对于固定的有比例的入口宽度、在任一某 TDDR 时直接计算 MDDR:

$$MDDR = (TDDR(x_1/x_0) + (1 - x_1/x_0))^{-1/2}$$

一观察结构在 MDDR 和 TDDR 之间的关系不是 y 位置的显函数。这允许构成包括在  $y/x_1$  中垂直转移的诸段抛物线轨迹的诸合成的混合曲线。图 19 示出了一方法。选择用于牵拉的初始部分的抛物线轨迹、曲线 320, 以及对于最终部分选择抛物线轨迹、曲线 322。选择初始曲线 322, 用于提供在 4.5 的牵拉比时的带有 2.0 的最

过大喂送量的超单轴向牵拉。选择最终曲线是在 4.5 牵拉比时带有 0.9 的最小 U 值的次轴向牵拉。曲线 322 具有 0.868 的成比例的入口宽度。实际轨道或导轨形状跟随曲线 320 直至 4.5 的 TDDR，然后连续在为曲线 322 的垂直转移形式的曲线 324 上。换句话说，一轨迹可以具有带轨道的初始延伸区，该轨道具有对应于下列方程式的函数形式：

$$\pm(x)/(x_1) = (1/4)(x_1/x_0)(y/x_1)^2 + 1$$

和带有轨道的后延伸区，该轨道具有对应于下列方程式的函数形式：

$$\pm(x)/(x_2) = (1/4)(x_2/x_0)(y-A)/x_2)^2 + 1$$

式中  $x_1/x_2$  是不同的值和 A 对应于允许组合轨迹的垂直转移量。按这方式可以组合任意数量的抛物线段。

可以利用抛物线轨迹和它们合成的混合曲线，用于引导构成相关的轨迹。一实施例包括使用诸直线段，以产生轨迹。能够在所选的 TDDR' 大于临界牵拉比 TDDR\* 的情况下最大过喂送量和最小过喂送量（或最小 U）的抛物线轨迹（或合成的混合物）的范围内构成这些直线状的近似状态。能够选择关于 TDDR\* 的值，它关系到带有 1.5, 2 数值的例子的开始引入应变的结晶性，或者可以涉及到带有 1.2 的较低值或甚至 1.1 的弹性应变屈服。TDDR\* 的范围通常落在 1.05 和 3 之间。在 TDDR\* 之下的导轨或轨道的部分可以不具有在最小过喂送量或 U 方面的任何特定限制和可以落在制约的抛物线轨迹的范围的外部。在图 20 中，选择曲线 340 是在所选的牵拉比、TDDR'、在此示为 6.5 值的情况下最小过喂送量的制约的抛物线轨迹。为了显示，在带有比例的入口宽度 1 的理想曲线情况下已选择了最小过喂送量制约的抛物线轨迹。利用在过喂送量、TDDR 和有比例的入口宽度之间的关系，曲线 342 被识别为其中在 6.5 的 TDDR 值的情况下最大的 F 值为 2.0 的最大过喂送量的制约抛物线轨迹。现在垂直转移曲线 342，形成曲线 344，以致两个制约的抛物线轨迹在 6.5 的所选 TDDR' 处相遇。应该指出对于牵拉特性，曲线 342 和 344 完全相等。曲线 344 仅仅延时延伸直至 2.489 的  $y/x_1$  的后面的空间值。直线的或非抛物曲线段的近似将趋于处在 TDDR\* 之上的这些制约的抛物线轨迹之间。

不像抛物线轨迹随着增加 TDDR 具有增大的扩展角，直线的轨迹具有固定的扩张角。这样沿着直线段过喂送量随着增加 TDDR 而减小。通过选择在所选的 TDDR 情况下带有等于所需的最小过喂送量的扩张角的一直线，可以构成一简单的直线近似。直线段在 TDDR 中可以向后外推，直至过喂送量等于所允许的最大值。以类似的方式开始随后的直线段。按需经常重复该步骤。随着最大过喂送量增加，为了接

近所需段的数量增加。当 TDDR 下降到 TDDR\* 之下时，只要保持在最大过喂送量方面的限制，可以使用任何数量的方法，用于完成轨道或导轨。在图 20 中，曲线 346 是被 2 的最大过喂送量所限制的一直线近似。因为这较大的最大过喂送量，所以它仅包括两个直线段。最后的直线段从 6.5 的所选的 TDDR 延伸所有路径到达 1.65 的较小的 TDDR。在这情况下，取 TDDR\* 为 2。没有在 2 的 TDDR 之下、在 U 方面的限制，完成轨道的一方法是从 1.65 处的 TDDR 向后外推一第二直线段到达在  $y/x_1$  零点的 1 的 TDDR。注意这引起第二段横过较低的制约的抛物线，这是由于该制约在 TDDR\* 之下是无效的。

在图 20 中，曲线 348 是对于 1.5 的最大过喂送量的较紧密的数值的结果。其中没有显示最大过喂送量的制约的抛物线轨迹。要求三个直线段。第一段从 6.5 的 TDDR 向后延伸至 2.9 的 TDDR。第二段采取等于在 2.9 的这 TDDR 值处的最小过喂送量的制约的抛物线轨迹的扩张角和向后延伸至 1.3 的 TDDR。这第二段终止在 TDDR\* 之下。采用与对于曲线 346 所使用的不同方法，最后段完成关于曲线 348 的轨道或导轨形状。其中对于最后段使用了如对于前面诸段的相同步骤，造成带有其较高的  $y/x_1$  值的延伸开始的延时。完成轨道的一第三方法是在 1 的初步 TDDR 处将过喂送量设置到最大值。

通常，利用制约的抛物线轨迹能够构成适合本发明的要求的非直线的和非抛物线的轨迹。最大的过喂送量制约的抛物线轨迹是最小斜度的曲线、即最大扩张角，为 TDDR 的函数。最小过喂送量制约的抛物线是最大斜度的曲线，即最小扩张角，为 TDDR 的函数。通常，使用位于制约的极限之间的斜度的任何函数可以将曲线从所选的 TDDR' 向后外推。用于形成关于在这些限制之间的斜度的函数的一简单方法是采取在包络线之内的已知曲线的一简单的直线组合。图 20 中的曲线 350 示出了这简单方法。在这例子中，通过最大的过喂送量制约的抛物线轨迹、曲线 344 和对它的直线近似、曲线 346、并分别带有 0.7 和 0.3 的直线权重的直线组合形成 350。通常，还能采用不是简单直线组合的函数。

能够将用于叙述本发明的各种非抛物线轨迹的上述方法应用到轨道的不同段上，例如可以将关于直至 6.5 的 TDDR 的图 20 的例子与关于带有不同要求的和因此在 TDDR 的较高范围上的不同的最大和最小制约的轨迹的在 6.5 之上的 TDDR 的另一部分相组合。在这情况下，较小牵拉的以前部分的 TDDR' 承担 TDDR\* 的作用。通常，可以横越所需牵拉的范围选择 TDDR'。为计及牵拉的许多现象、例如屈服、引起应变的结晶性、开始颈缩或其它牵拉不均匀、开始应变变硬或计及在薄膜内发展各种

性能，可以使用许多段。通常的断裂点包括对于 TDDR\*、在聚酯中对于应变变硬的 3 至 7 的范围以及在 4 至 10 或以上的范围内的典型的最后牵拉值的那些。

在从所述的 TDDR”向前外推至较大的 TDDR 的类似方法中可以使用在从所选的 TDDR' 向后外推至较小的 TDDR 的方法中的关于本发明的用于确定边界轨迹的步骤。再次，结合在最小的所选 TDDR”处，形成两个制约的轨迹。对于 TDDR”的方便数值是 1 的最初 TDDR。在这方法中，最小过喂送量或 U 的制约的轨迹位于最大的过喂送曲线之上。图 19 实际上显示了这方法的一例子，其中混合曲线 324 位于最小过喂送量限制、曲线 322 和最大过喂送限制、曲线 320 之间。

能够形成另一类边界轨迹，在某些实施例中它可以用于消除剩余皱缩。因为在没有剪切的情况下单轴向状态提供了零的主 MD 应力，采用有限应变分析法预计主 MD 应力在这些条件之下将实际进入稍许压缩状态。利用有限应变分析法和 Neo-Hookean 弹性固体基本方程式，发现由下列方程式可选择地可以得出关于防止压缩应力的适当的判断准则：

$$\begin{aligned} & ((TDDR)(MDDR))^{-4} + ((TDDR)(MDDR))^{-2} - (TDDR)^{-2} \\ & - (MDDR)^{-2} - \sin^2(\theta) ((TDDR)(MDDR))^{-2} = 0 \end{aligned}$$

式中 MDDR 是扩张角的余弦。从而本发明的这可选用的方法确定了这类边界轨迹。

如以上所指出的，使用不在一平面上的边界轨迹、即不位于一单个 Euclidean 平面内的边界轨迹，可以不在一平面内牵拉薄膜。这些是无数的，然而尤其，满足本发明的这较佳实施例的相关要求的边界轨迹，从而利用不在一平面的边界轨迹可以保持一基本单轴向牵拉函数关系。该边界可以是对称的，通过一中心平面形成镜像对称图形，例如包括在边界轨迹之间的初始中心点、薄膜运行的初始方向和对于未延伸薄膜表面的初始法线方向的平面。在这实施例中，当薄膜沿着这些边界轨道以相同的速率从类似的初始位置、即相互共直线和初始中心点的位置运行时，可以沿着圆柱形空间拓扑面 (manifold) 在边界轨道之间牵拉薄膜，由在双相对的边界轨迹之间的最短距离的成组的直线段形成该圆柱形空间拓扑面。这样在中心平面上的这理想的拓扑面的轨迹描画了对于理想牵拉的薄膜中心的路径。沿着这拓扑面的从在中心平面上的边界轨迹到它的中心轨迹对从边界轨迹的起始位置到初始中心点的距离比例是越过跨越边界轨迹的薄膜的瞬时名义的 TDDR，即在边界轨迹上当前相对点之间的一半距离和在边界轨迹上相对点的初始位置之间的一半距离的比值。当两个相对点沿着相对的边界轨迹以不同的和相同的速度运动时，在中心轨迹上的相应中心点为沿中心轨迹的圆弧、即曲线的 MD 被测量的那样改变速度。尤其，中

心轨迹与在中心轨迹的单位切线上的边界轨迹的单位切线的突出成比例变化。

上述类型的轨迹是示例性的和不应该理解为限制性的。许多类型的轨迹被认为处于本发明的范围内。如以上所指示，主延伸区可以包括带有不同延伸状态的两个或多个不同区域。例如，可以从一第一类轨迹选择一轨迹用于初始延伸区，以及可以从相同的第一类轨迹或从不同类型的轨迹选择另一轨迹用于随后的各延伸区。

本发明包括包含约 0.7、较佳的约 0.75、更较佳的约 0.8 和甚至更较佳的约 0.85 的 U 的最小值的所有几乎单轴向边界轨迹。可以将最小的 U 限制应用在较佳的约 2.5、仍然更较佳的约 2.0 和更较佳的约 1.5 的临界 TDDR 所限定的牵拉的最后部分上。在临界的 TDDR 之上，例如包括可定向的和双折射的聚酯的某些整体的和多层的薄膜的某些材料可以开始失去它们的弹性或急速返回的能力，这是因为例如引起应变的结晶性的结构的发展。临界的 TDDR 可以与例如关于开始引起应变的结晶化的许多材料和加工过程（例如温度和应变速率）的特定事件相一致。以上这一临界的 TDDR 的 U 的最小值可以关系到设置进入最后薄膜的适量的非单向特性。

当在延伸时期的终端处 U 是次单轴向时，许多边界轨迹是可用的。尤其，有用的边界轨迹包括共平面的轨迹，其中 TDDR 为至少 5，在达到 2.5 的 TDDR 之后的延伸的最后部分上 U 为至少 0.7，以及在延伸的终端处 U 是小于 1。其它有用的轨迹包括共平面的和不共平面的轨迹，其中 TDDR 是至少 7，在实现 2.5 的 TDDR 之后的延伸的最后部分上 U 为至少 0.7，以及在延伸的终端处 U 是小于 1。有用的轨迹还包括共平面和不共平面的轨迹，其中 TDDR 为至少 6.5，在实现 2.5 的 TDDR 之后延伸的最后部分上 U 为至少 0.8，以及在延伸的终端处 U 为小于 1。有用的轨迹包括共平面和不共平面的轨迹，其中 TDDR 为至少 6，在实现 2.5 的 TDDR 之后的延伸的最后部分上是 U 为至少 0.9，以及在延伸的终端处 U 是小于 1。

有用的轨迹还包括共平面和不共平面的轨迹，其中 TDDR 为至少 7 和在实现 2.5 的 TDDR 之后的延伸的最后部分上 U 为至少 0.85。

在某些实施例中，将较小程度的 MD 张力引入延伸加工内，以消除皱缩。通常，虽然不是必需，这 MD 张力的量随着减小 U 而增加。

在某些实施例中，有用的是随着牵拉过程增加张力。例如，在牵拉中较早 U 的较小值可以趋向于将更多的非单轴向特性引入最后薄膜。从而可以有利的是将多种轨迹的属性组合进入合成的轨迹中。例如，在牵拉的较早部分中单轴向的抛物线轨迹可以是较佳的，同时牵拉的后期部分可以汇合在一不同的轨迹上。在另一布置中，U 可以被采取为关于 TDDR 的不增加的函数。在又一布置中，在例如 1.5, 2 或

2.5 的临界牵拉比之后过喂送量 F 可以是关于 TDDR 的不增加的函数。

非轴向抛物线轨迹采用了薄膜的均匀的空间的牵拉。用许多聚合物系统能够实现薄膜的良好空间均匀性，这些系统带有与在牵拉开始和牵拉时期温度分布的仔细控制相结合的初始的、不牵拉薄膜或薄膜带的交叉网 (crossweb) 和下游网 (downweb) 厚度分布的仔细控度。例如，在初始均匀的厚度的薄膜上、在初期和牵拉期间越过薄膜的均匀的温度分布在大多数情况中应该充分满足要求。许多聚合物系统尤其易于不均匀一致，以及如果薄膜厚度和温度均匀性是不适当的会以不均匀方式牵拉。例如，聚丙烯趋于在单轴向牵拉之下的“直线牵拉 (line draw)”。某些聚酯、特别是聚乙烯苯二甲酸酯也很敏感。

由于许多原因，例如包括不均匀薄膜厚度或其它性能、不均匀加热等，可以产生不均匀薄膜延伸。在许多这些情况中，靠近夹持件的薄膜的部分比在中央的薄膜的部分较快地牵拉。这产生薄膜中的 MD 张力，这能够限制实现最后的均匀的 MDDR 的能力。对这问题的一个弥补是修改抛物线或其它单轴向轨迹，以提供较小的 MDDR。换句话说，对于牵拉的一部分或全部  $MDDR < (TDDR)^{-1/2}$ 。

在一实施例中，选择了一修改的抛物线或其它单轴向的轨迹，其中对于整个牵拉  $MDDR < (TDDR)^{-1/2}$ ，对应于较大的扩张角。至少在某些情况中，因为小于 1 的 U 值对于应用情况是可接受的，所以这条件可以被放松。在一些情况中，选择一修改的抛物线或其它单轴向的轨迹，其中  $(0.9) MDDR < (TDDR)^{-1/2}$ 。

在另一实施例中，选择了一修改的抛物线或其它单轴向轨迹，其中对于 TDDR 增加至少 0.5 或 1 的初始延伸区  $MDDR < (TDDR)^{-1/2}$ 。然后对于牵拉的其余部分保持一不同的轨迹。例如，后面的延伸区 (在延伸区 34 内) 将具有其中 MDDR 等于或接近等于 (在  $\pm 5\%$  内，较佳地在  $\pm 3\%$  内)  $(TDDR)^{-1/2}$  的抛物线或其它单轴向轨迹。作为一个例子，初始延伸区能够完成 TDDR 值达到所需的值。这所需的值通常不大于 4 或 5。然后后面的延伸区能够从初始延伸区的所需值 (或如果有插入的延伸区从一较高值) 将 TDDR 增加。通常，选择后面的延伸区用于增加 TDDR 0.5 或 1 或以上。

再次，至少在某些情况中，因为对于应用情况小于 1 的 U 值是可以接受的，所以 MDDR 和 TDDR 的关系可以放松。在这些情况下，选择初始延伸区的修改的抛物线或其它单轴向轨迹，其中  $(0.9) (MDDR) < (TDDR)^{-1/2}$ 。

返回到图 5，设备通常包括后区 36。例如，薄膜可以在区域 48 内被吹风硬化和在区域 50 内骤冷。在某些实施例中，在延伸设备之外部进行骤冷操作。通常，在薄膜的至少一部分、例如多层薄膜内的一层达到玻璃化转变之下的一温度时薄膜

被吹风硬化。在所有部分达到它们的玻璃化转变之下的一温度时薄膜被骤冷。在图 5 的实施例中，使用移出系统从主延伸区 34 带走薄膜。在所述的实施例中，这移出系统是与其上传送薄膜通过主延伸区的轨迹是分开的(即不直接连接于该轨道)。移出系统可以使用任何薄膜传送结构，例如带有例如相对成套的皮带或拉幅器夹子的夹持件的轨道 140、141。

在如图 10 所示的某些实施例中，利用轨道 140'、141' 能够实现 TD 收缩控制，这两轨道是倾斜的(与能够使用在适合的移出系统的其它实施例中的平行轨道 140、141 相比较)。例如，可以将移出系统的轨道定位成跟随一缓慢会聚的路径(产生不大于约 5° 的角度θ)通过后处理区的至少一部分，以便于随着冷却的薄膜 TD 收缩。在这结构中的轨道允许控制 TD 收缩，以增加在收缩中的均匀性。在其它实施例中，两个相对的轨道通常可以按不大于约 3° 的角度扩张，不过在某些实施例中可以使用较大的角度。这可以用于增加在主延伸区内的薄膜的 MD 张力，例如以减少性能不均匀，例如越过薄膜的折射指数的主轴线的变化。

在某些实施例中，移出系统的位置可以调节，用于改变沿着延伸设备、移出系统夹持薄膜的位置，如图 11 所示。这可调节能力提供了控制薄膜所受到的延伸量的一方法。由定位在牵拉中较前的移出系统的轨道 140'、141'(由图 11 中的虚线所示)接收的薄膜通常会具有比定位在拉牵中较后的移出系统的轨道 140、141(在图 11 中的实线所示)接收的薄膜较小的 TDDR。还可以有选择地将移出系统构造成允许调节移出系统的相对轨道之间的距离。此外，还可以有选择地将移出系统构造成允许调节移出系统的长度。

可行的移出系统的另一个例子包括带有分开的轨道 140、141、142、143 的至少两个不同的区域。能够利用如图 12 所示的两组分开的轨道 140、141 和 142、143，形成这些区域。在一实施例中，如图 12 所示，第一区可以包括以一会聚角设置的轨道 140、141，以提供 TD 收缩控制，以及在第二区中的轨道 142、143 可以是平行的。在其它实施例中，可以将两个不同区的相对轨道设置成有两个不同的会聚角，以提供 TD 收缩控制，如以上所述，或者第一区可以具有平行的轨道和第二区具有以会聚角设置的、用于提供 TD 收缩控制的轨道。可替换选用地或附加地，可以按两个不同的移出速度设置两个不同的轨道，用于使主延伸区与移出区去耦，施加张力以去除皱缩。

在图 12 所示的移出系统的一实施例中，在接受薄膜之前，轨道 142'、143' 嵌套在相对的轨道 140、141 之中。当由相对的轨道 140、141 开始接纳薄膜时，轨

道 142、143 运动到图 12 所示的位置。在另外一些实施例中，在没有任何薄膜时，相对的轨道 140、141、142、143 位于图 12 所示的位置(即没有嵌套)。

图 13 示出了移出系统的另一例子。在这例子中，移出系统的轨道 140、141 相对于当薄膜通过主延伸区的轨道 64 被传送时的薄膜的中心线是倾斜的。两个相对的传送机构的角度可以是相同的，例如角度  $\beta$ ，或者该角度可以不同，对于一轨道该角度可以叙述为  $\beta + \varepsilon$ ，以及对于另一轨道为  $\beta - \varepsilon$ 。通常， $\beta$  至少是  $1^\circ$  和可以是  $5^\circ$ 、 $10^\circ$  或  $20^\circ$  或以上的角度。角度  $\varepsilon$  对应于以上叙述的会聚或扩展角，用于提供 TD 收缩控制等。在某些实施例中，在主延伸区内的轨道 64 还可以按角度  $\varphi$  设置，以及轨道 140、141 倾斜  $\varphi + \beta + \varepsilon$  和  $\varphi + \beta - \varepsilon$  角度，如图 13 所示。倾斜的移出系统、主延伸区、或者两者可以用于提供其中薄膜的性能的主轴线或轴线、例如折射指数轴线或撕裂轴线相对于薄膜是倾斜的薄膜。在某些实施例中，移出系统相对于主延伸区所采取的角度是可手工或利用计算机控制的驱动器或其它控制机构、或两者进行调节的。

在利用倾斜的移出系统的某些实施例中，两个相对的轨道被定位成接纳具有相同的或基本上类似的 TDDR 的薄膜(其中虚线 150 示出了在相同的 TDDR 情况下的薄膜)，如图 13 所示。在另外一些实施例中，两相对的轨道 140、141 被定位成接纳薄膜，以致对于两相对的轨道 TDDR 是不同的(图 14 的虚线 150 示出了在相同的 TDDR 情况下的薄膜)，如图 14 所示。这后一结构可以提供其性能在薄膜的 TD 尺寸上是变化的薄膜。

通常，将被经过主延伸区的夹持件夹持的薄膜的部分去除掉。为保持基本上整个牵拉过程的基本单轴向牵拉(如图 5 所示)，在横向延伸的端部处，在切开位置 58 较佳地将迅速扩展的边缘部分 56 从延伸的薄膜 48 切去。在框架 58 处可以进行切割和毛边或不可用的部分 56 可以丢弃。

从连续的夹持机构释放薄膜边可以连续地进行；但是，从不连续的夹持机构、例如拉幅器夹子释放薄膜边应该较佳地进行，使在任意某夹子下的全部材料立即被释放。这不连续的释放机构可能引起应力方面的较大干扰，这干扰可以被牵拉的薄膜带的上游感觉到。为了有助于分开的移出装置的作用，较佳的是利用在该装置中的连续的薄膜边分离机构，例如从被加热的、被牵拉的薄膜的中央部分“热”切开薄膜边。

切开的位置较佳地充分地靠近“夹持线”，例如被移出系统的夹持件第一有效接触的分离的移出点，以使该点的上游的应力干扰最小或使其减小。如果在移出

系统夹持薄膜之前切开薄膜，例如薄膜沿着 TD 的“急速返回”可能造成不稳定的移出。这样薄膜较佳地在夹持线处或其下游处切开。切开是破裂过程，从而通常具有空间位置方面较小的但自然的变化。从而可以较佳的是在夹持线的稍许下游处切开，以防止发生在夹持线上游处而产生的在切开方面的任何瞬时变化。如果薄膜基本上在夹持线下游被切开，那么在移出和边界轨迹之间的薄膜将沿着 TD 连续延伸。由于此时仅有薄膜的这部分正在牵拉，此时它以相对于边界轨迹以一放大的牵拉比牵拉，产生能够向上游传播的进一步的应力干扰，例如向上游传播的机器方向张力的不希望有的程度。

该切开较佳地是可动的和可再定位，从而它能够变化，并带有所需的移出位置方面的变化，该移出位置的变化适应可变的最终的横向牵拉比或移出系统的位置的调节。这类切开系统的一优点是能够调节牵拉比，同时简单地通过移动移出切开点 58 保持牵拉分布。

能够使用各种各样的切开技术，包括热剃刀、热金属丝、激光、强烈的 IR 辐射的聚焦束或热空气的聚焦射流。在热空气的射流的情况下，射流中的空气可以充分地较热，例如通过射流之下的加热软化、融化和受拉的破裂，以在薄膜中吹出一孔。或者，加热的射流可以仅仅软化薄膜的受聚焦的部分，以将被仍然扩张的边界轨迹所施加的进一步牵拉充分地限制在局部，从而通过连续的薄膜延伸作用引起沿着这加热线下游的最终的断裂。聚焦的喷流方法在某些情况下可以是较佳的，尤其是例如以一受控方式通过真空排气可以积极地排除废空气、以防止散射的温度流干扰牵拉过程的均匀性时。例如，可以使用在喷嘴周围的同心排气环。或者，可以使用喷嘴之下的排气，例如在薄膜的另一侧上。排气可以进一步向下游偏移或被增补，以进一步减少散射的流动向上游进入牵拉区。

移出系统的另一特征是速度和/或 MD 张力控制的方法，从而以与输出速度相容的方式可以移出薄膜。还可以利用这移出系统拉去在薄膜中的任何剩留的皱缩。通过在被牵拉的薄膜的最终被释放部分的输出速度上临时增加移出速度，在开动期间开始拉去该皱缩，或者例如在牵拉的最后部分内的超单轴向牵拉的情况下在连续工作期间通过在输出薄膜 MD 速度上的不变速度拉去皱缩。还能够将移出速度设定在夹持线处、沿着边界轨迹的薄膜的 MD 速度之上。这能够用于改变薄膜的性能。移出的这超速还能够减小 U 的最终值，从而被在薄膜的最终使用的范围内的这考虑所限制。

该加工过程还包括在区域 38 内的去除部分。可选择地可以使用一辊子 65，用

于使薄膜前进，但可以不用这辊子。较佳地，不使用辊子 65，这是由于它将接触被延伸的薄膜 52，带有损坏被延伸的薄膜的伴随的可能性。可以进行另一切割和可以丢弃不使用的部分 61。离开移出系统的薄膜通常卷绕在辊子上，供以后使用。或者，在移出之后可以进行直接的传送。

以上所述的 MD 和 TD 收缩控制的原理还可以应用于其它延伸设备，包括图 1 所示的传统的拉幅器结构。图 17 示出了一实施例，其中来自主延伸区的轨道 64(例如图 1 中所示的直线形的扩张的轨道)连续进入或通过后处理区的一部分。如果需要，那么薄膜可选择地被单独的移出系统 140、141 夹持。可以使用轨道 64 的连续性冷却薄膜和便于薄膜的收缩。在某些实施例中，连续的轨道 164 跟随缓慢会聚的路径(产生不大于约  $5^\circ$  的角度 $\theta$ )通过后处理区的至少一部分，便于伴随冷却产生的薄膜的 TD 收缩。在这结构中的轨道允许控制 TD 收缩，以增加收缩中的均匀性。在某些实施例中，轨道 264 跟随较积极会聚的路径(产生至少  $15^\circ$  的角度 $\varnothing$ ，通常在  $20^\circ$  和  $30^\circ$  范围内)通过后处理区的至少一部分，用于提供随着冷却产生的薄膜的 MD 收缩控制。在某些实施例中，如图 17 所示，后处理区包括缓慢会聚轨道 164 和较积极的会聚轨道 264 两者。在另一些实施例中，仅使用一组轨道 164 和轨道 264。

不应该将本发明理解为局限于上述特定例子，而是应该理解为复盖如所附权利要求书清楚指出的本发明的所有方面。对于与本发明有关的领域的那些熟练人员来说，在阅读了本说明书的基础上，可以应用本发明的许多修改、等价的加工过程以及大量的结构将是很明显的。

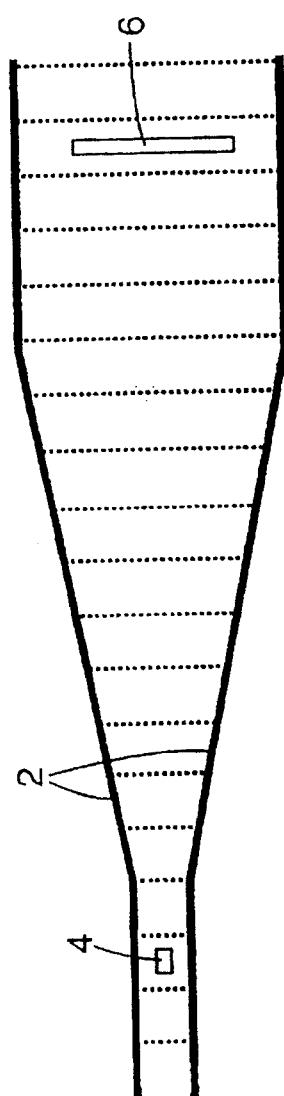


图 1  
现有技术

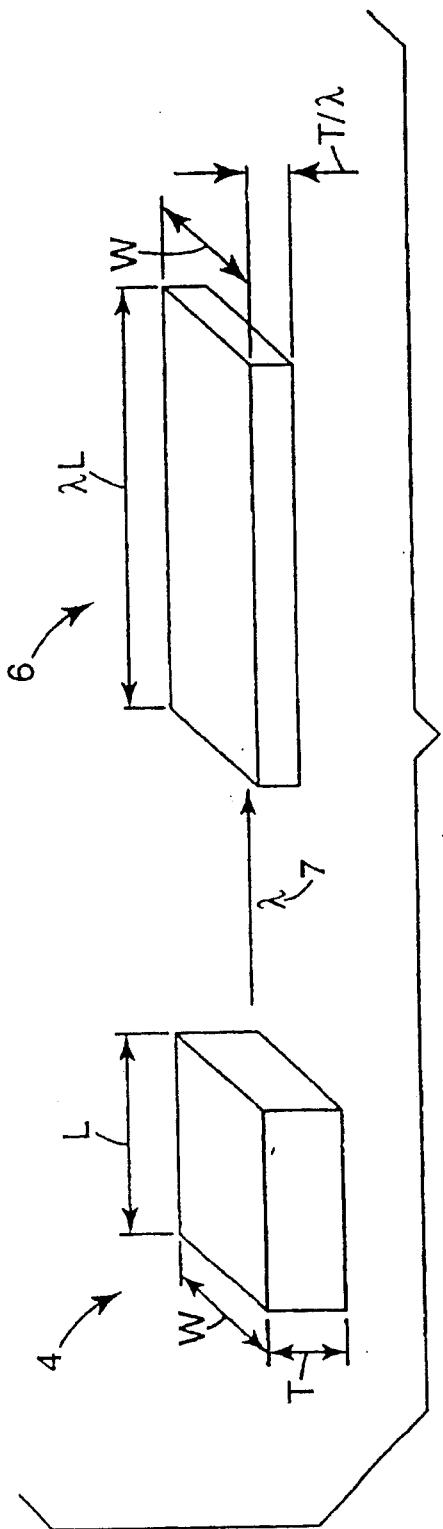
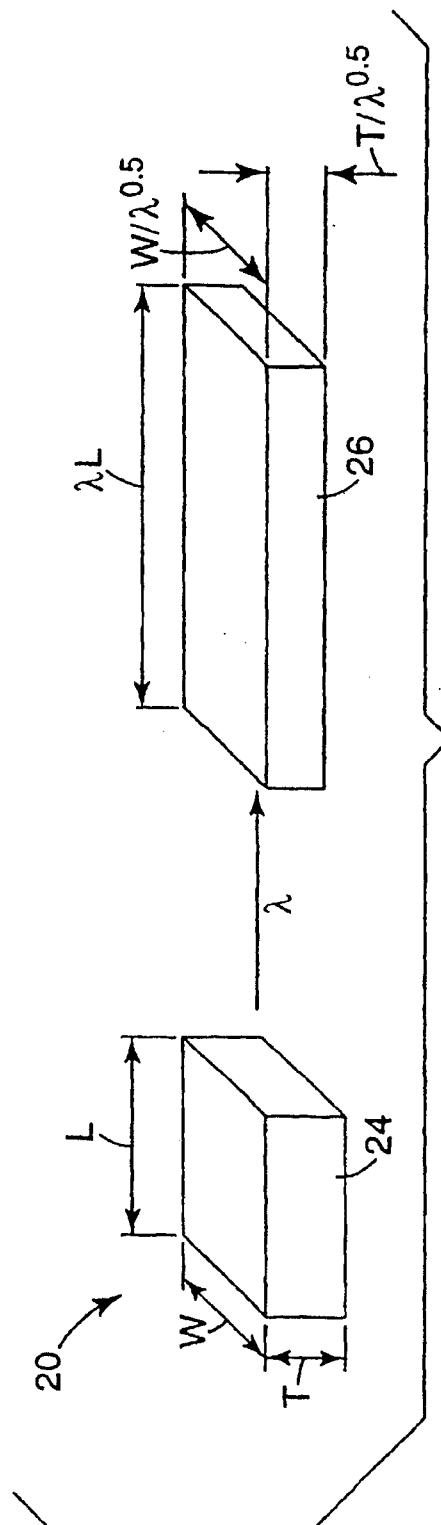
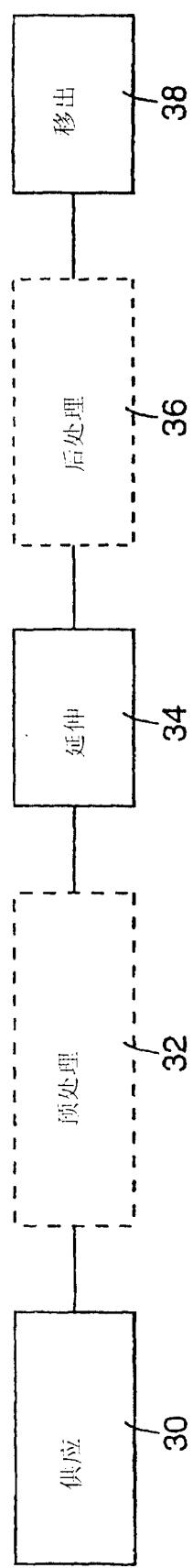


图 2  
现有技术



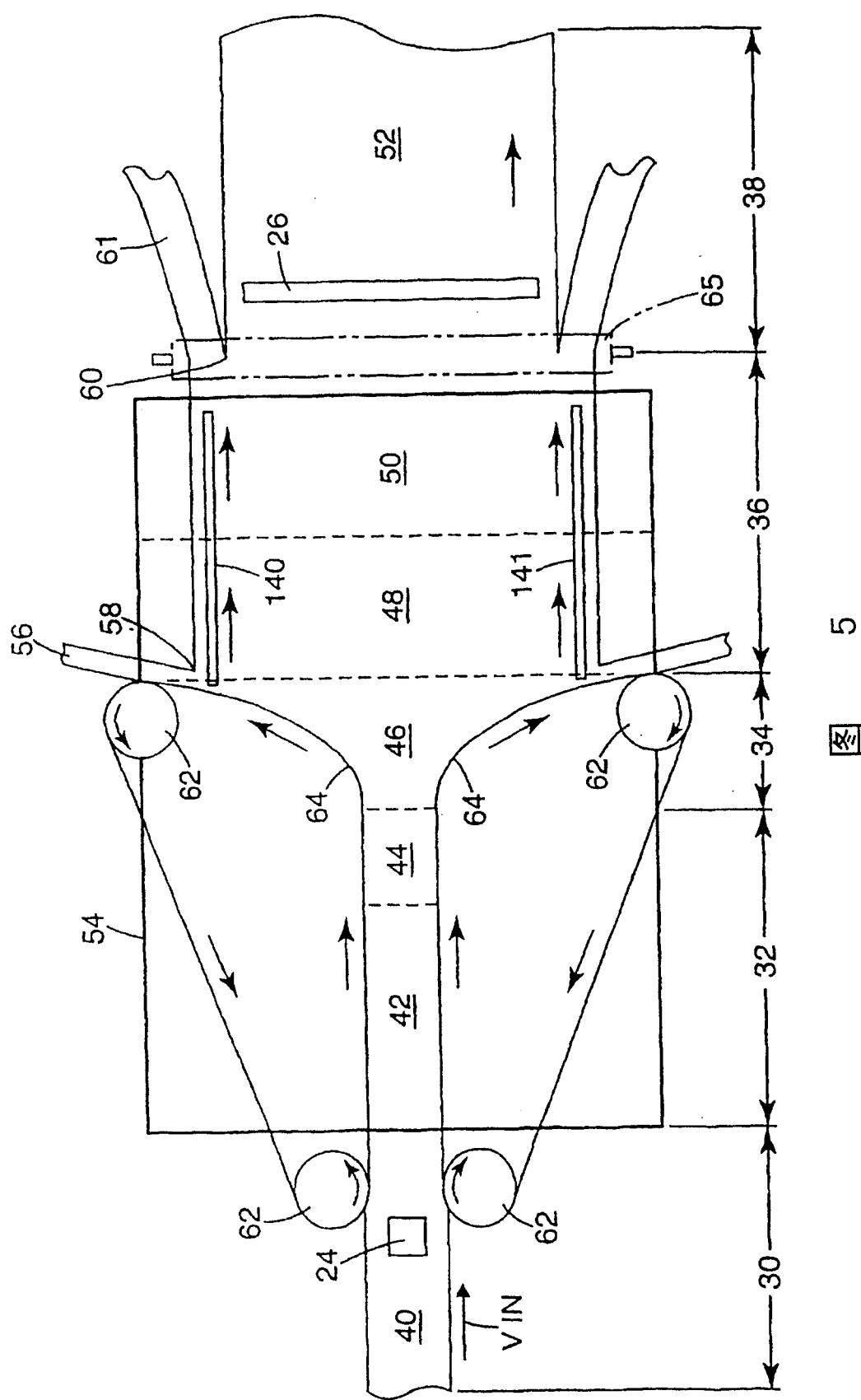


图 5

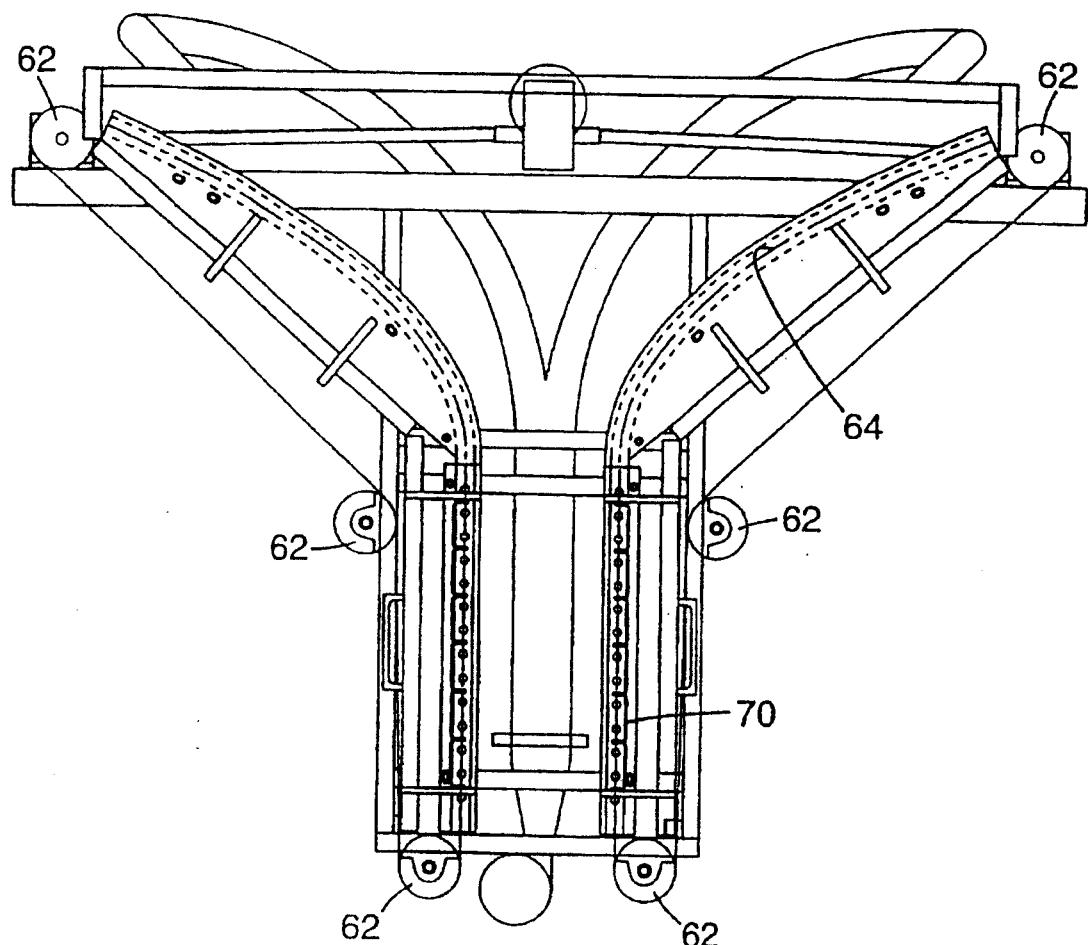


图 6

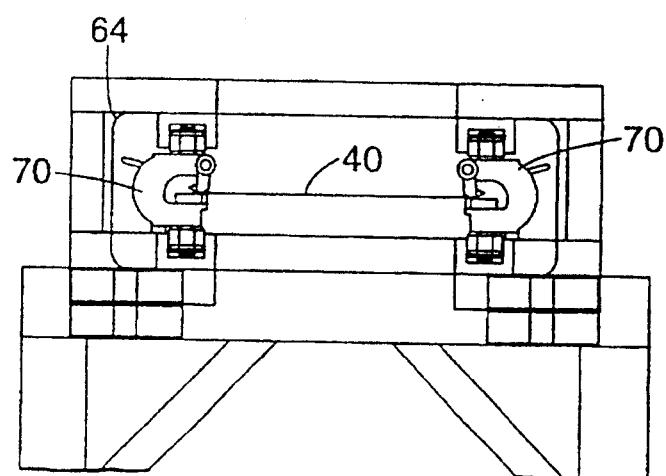


图 7

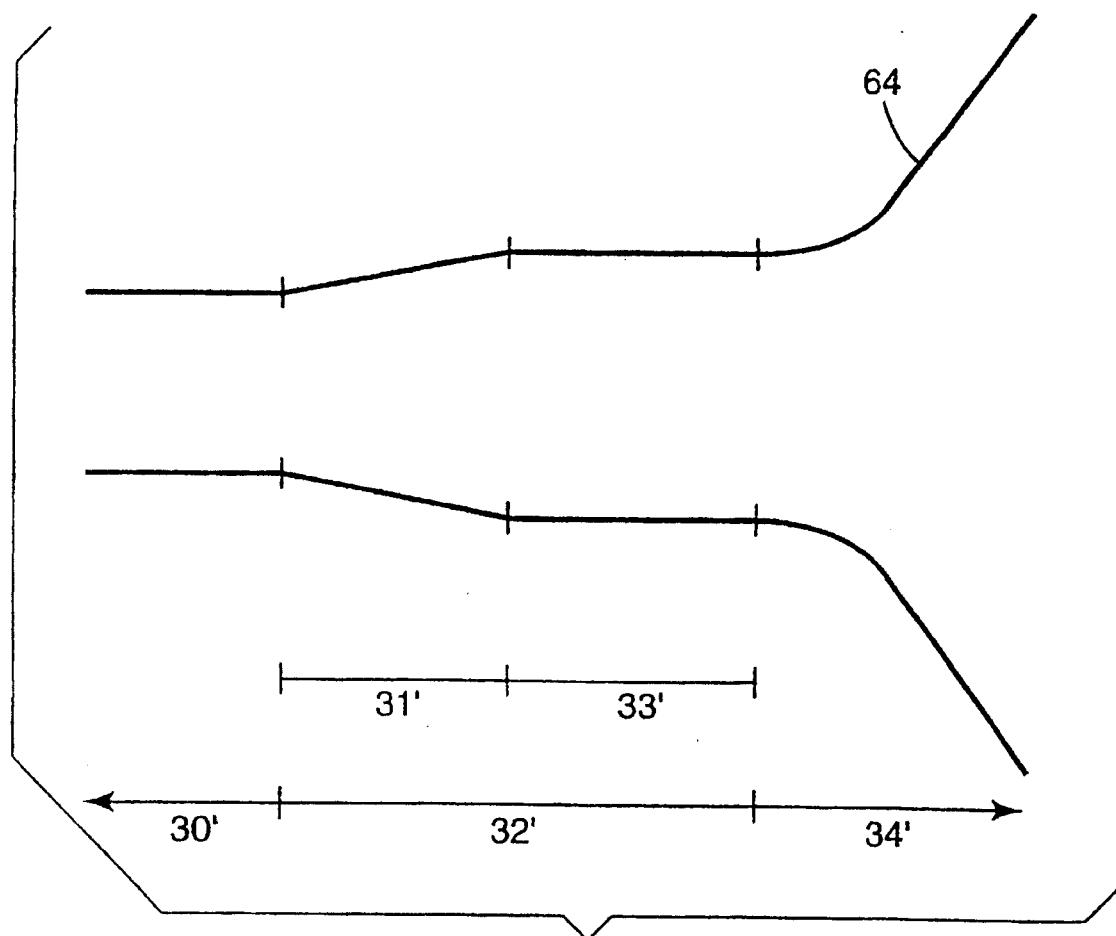


图 8

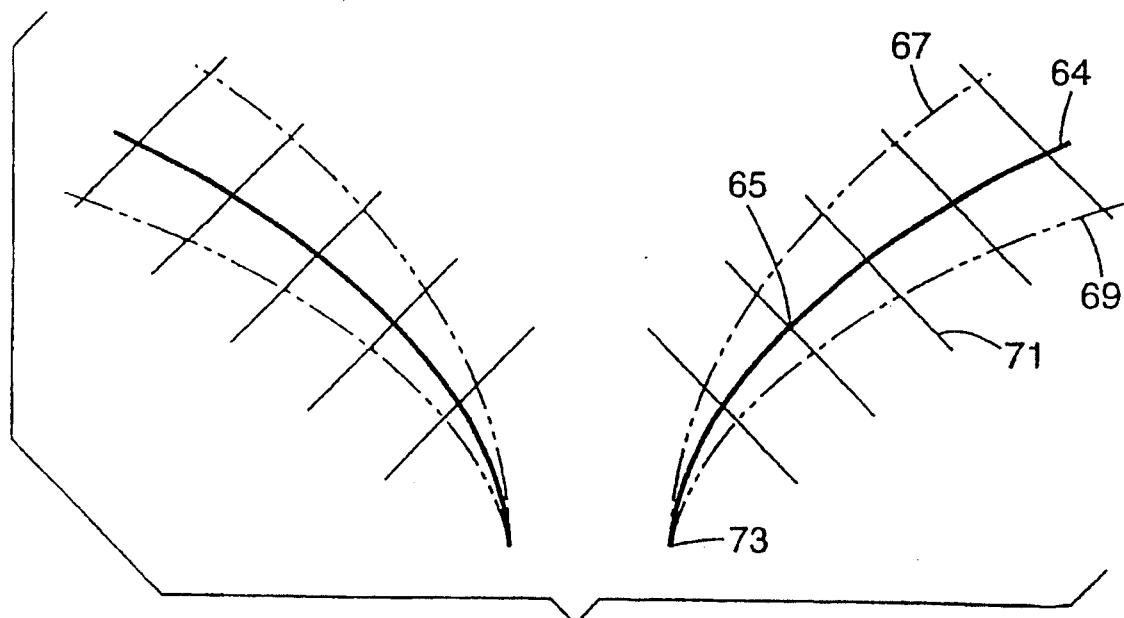


图 9

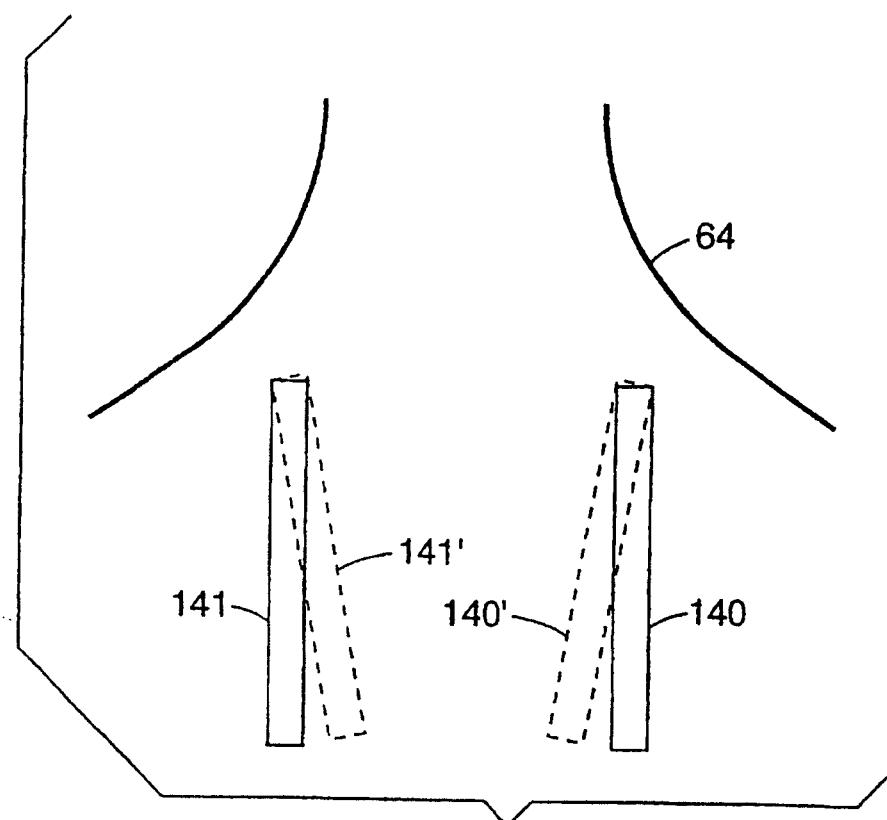


图 10

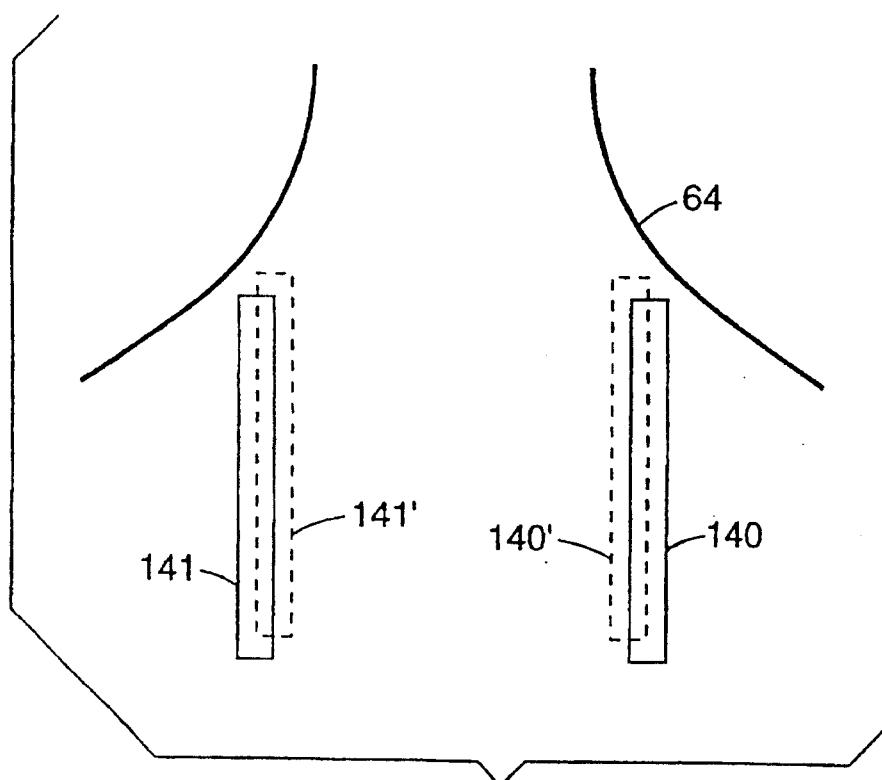


图 11

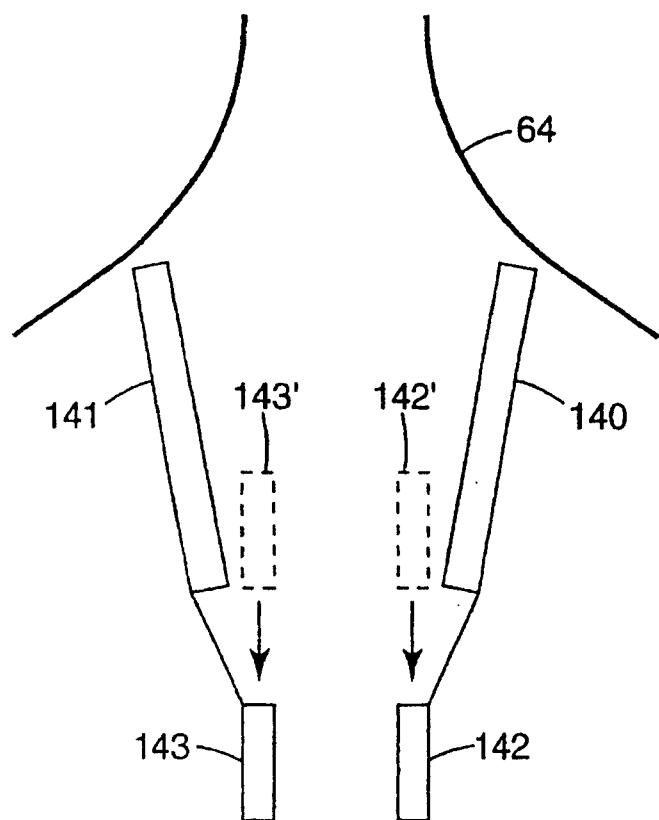


图 12

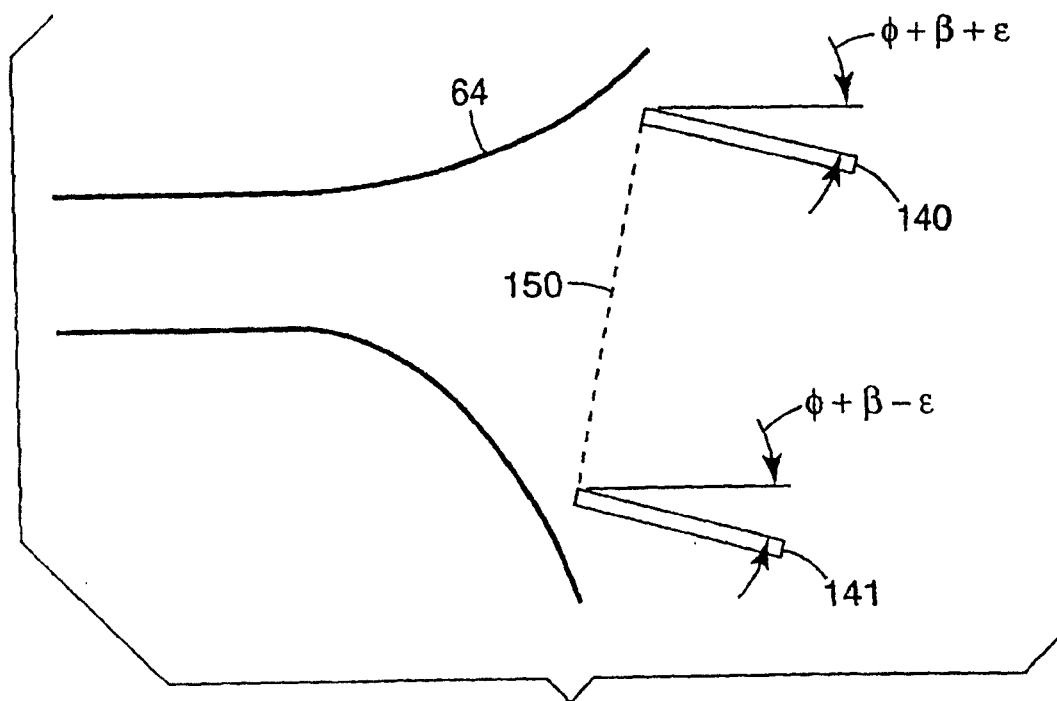


图 13

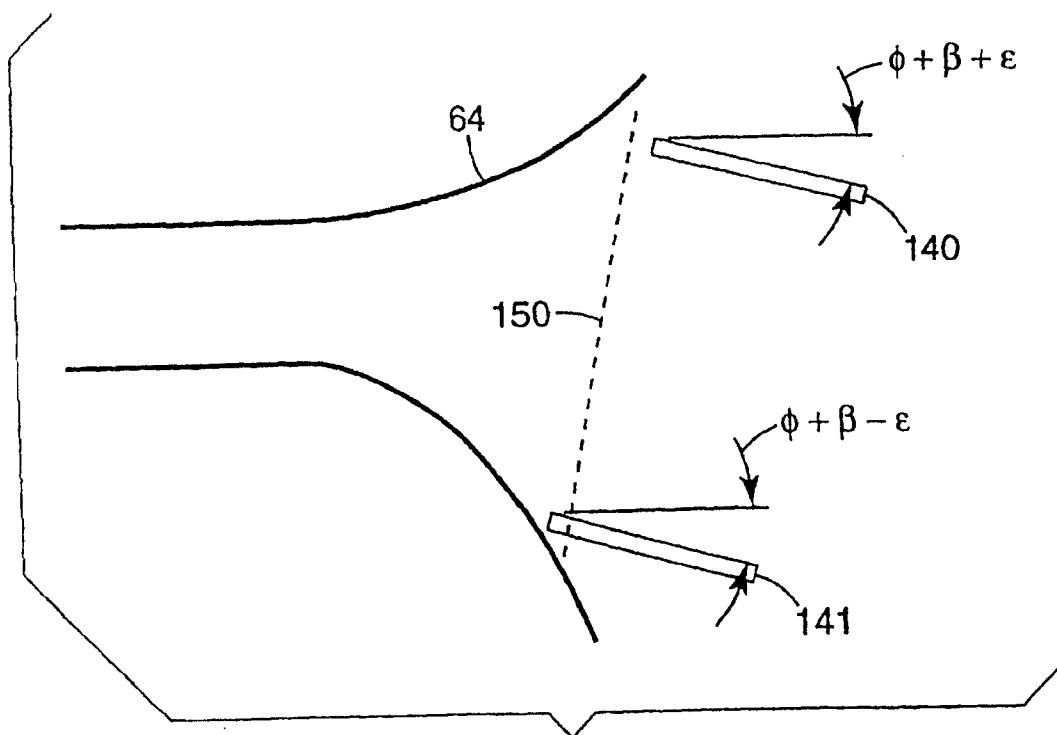


图 14

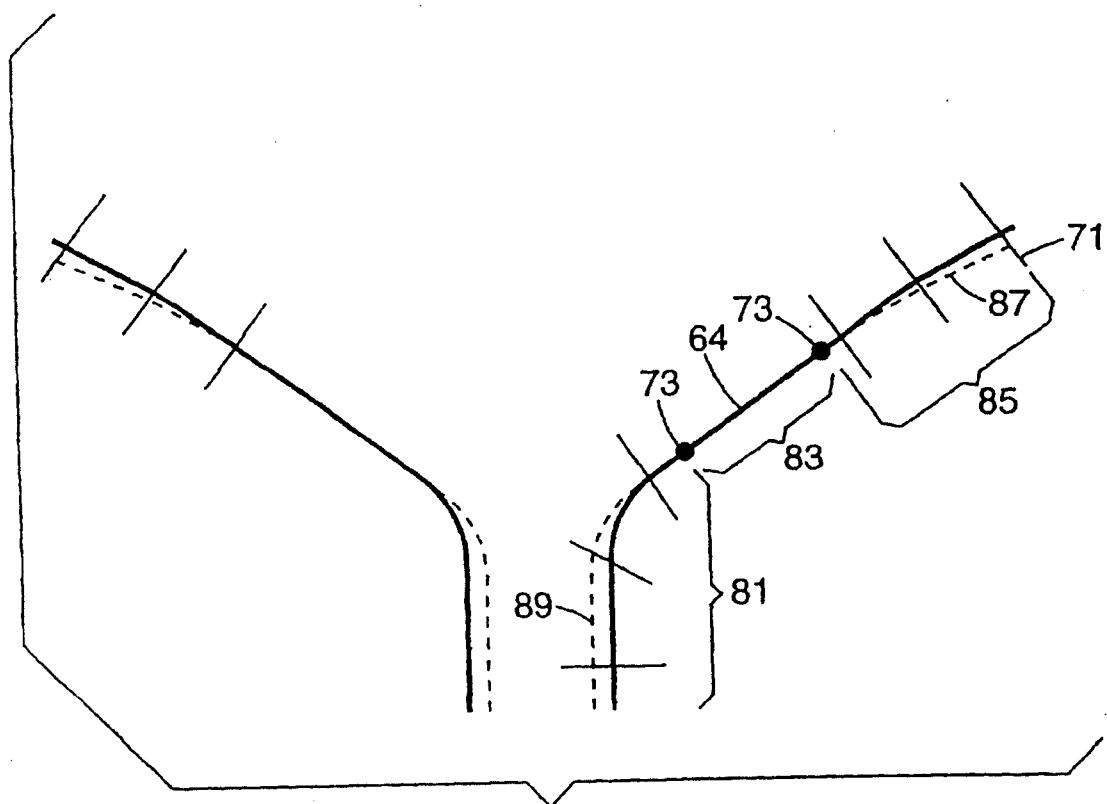


图 15

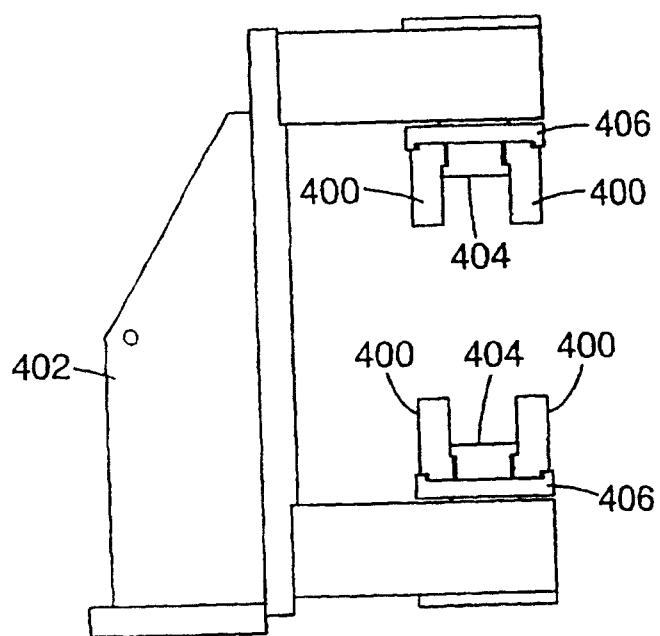


图 16

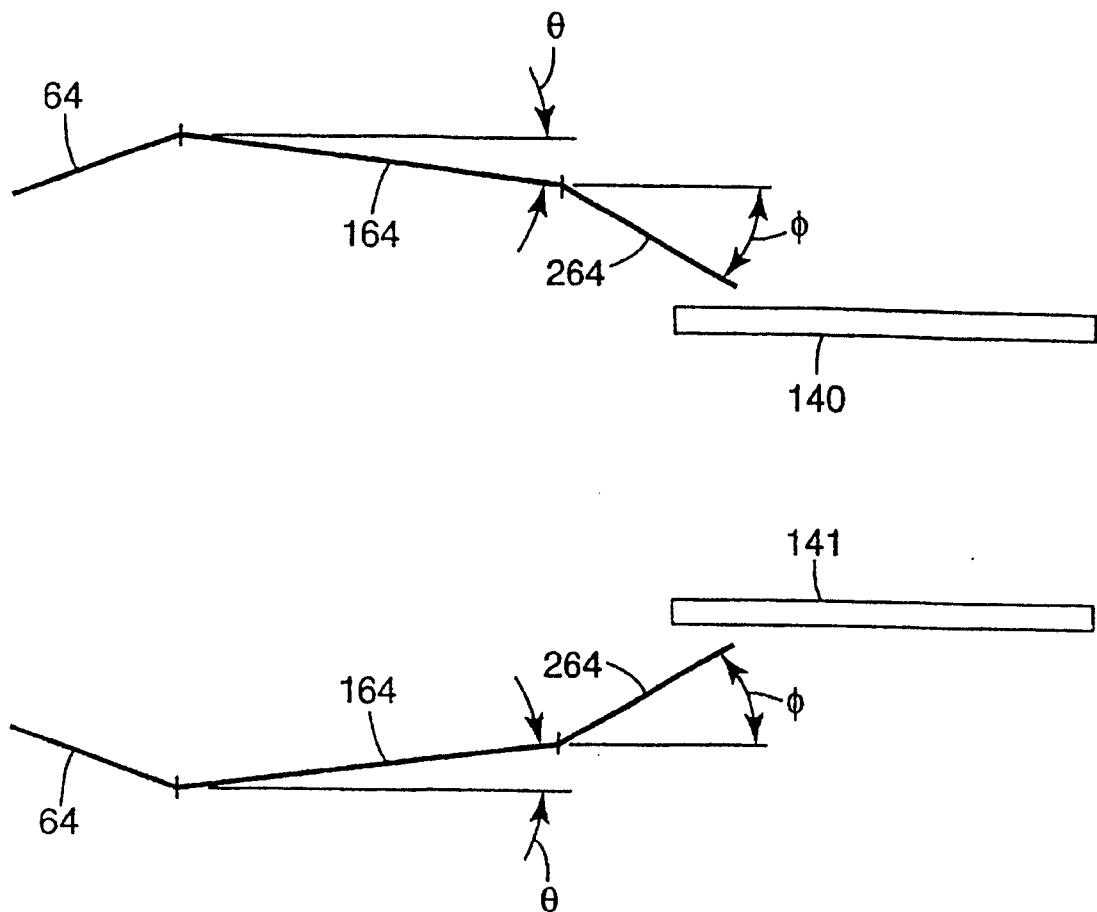


图 17

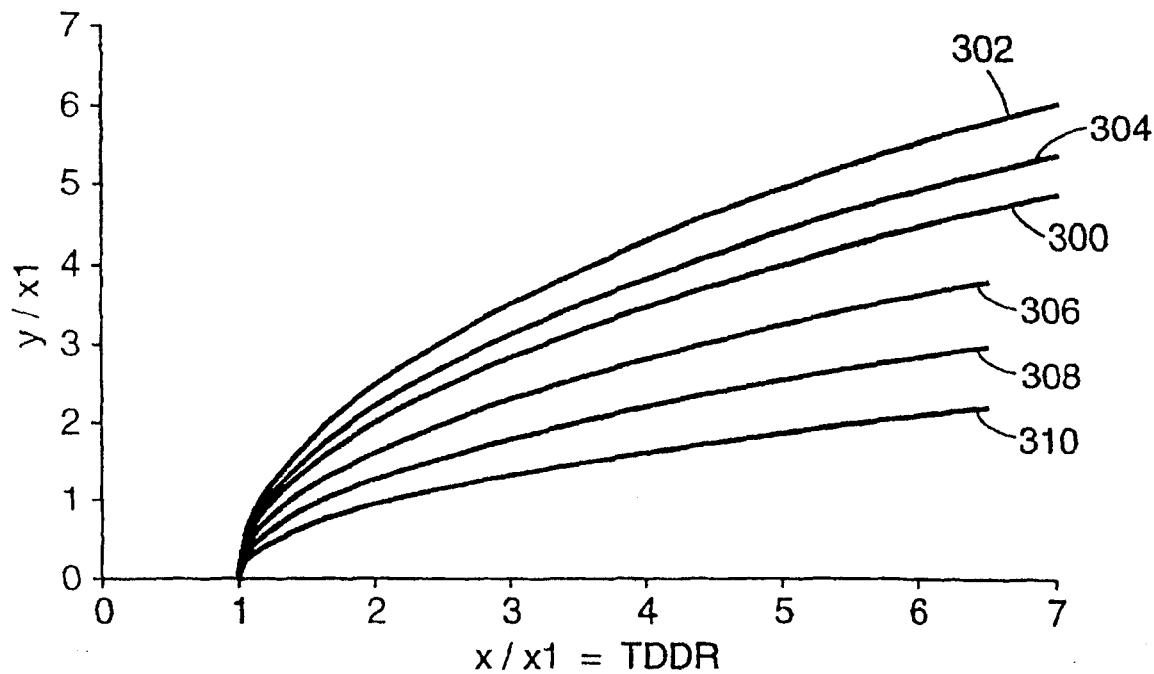


图 18

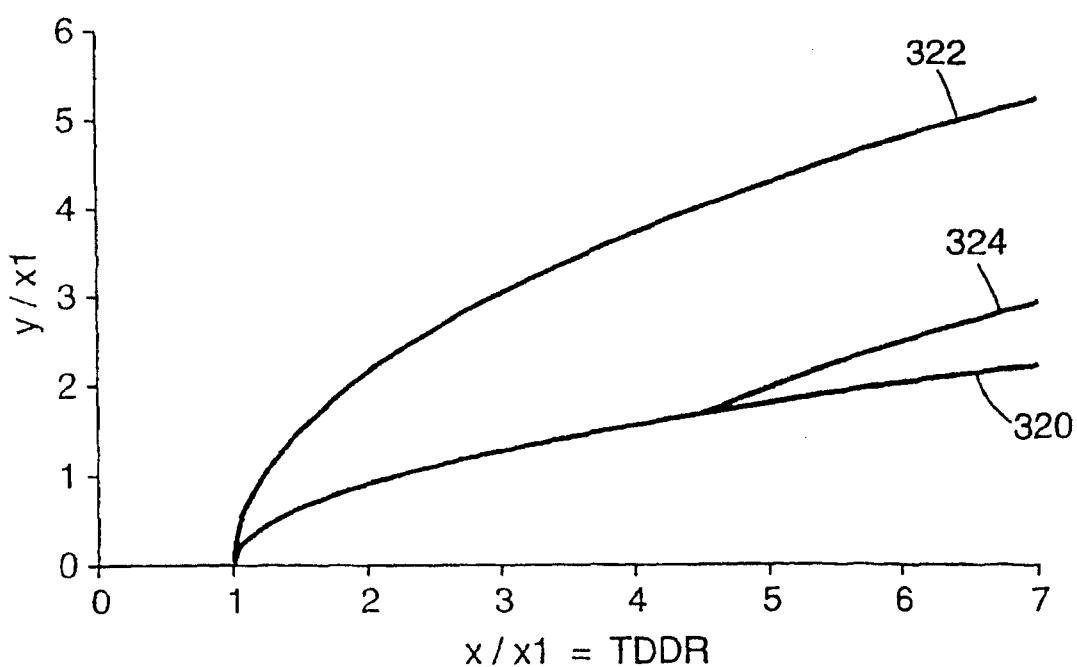


图 19

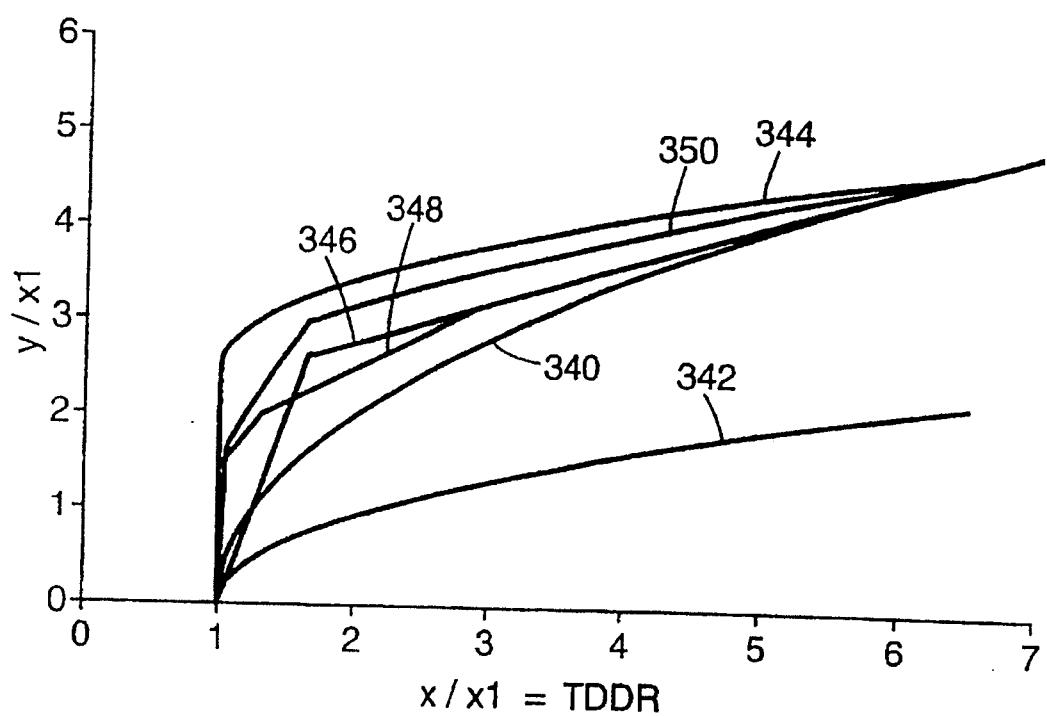


图 20

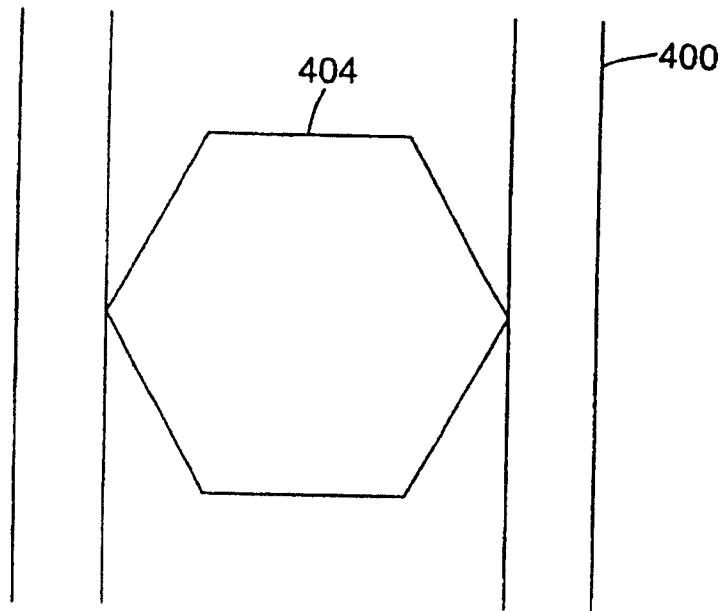


图 21

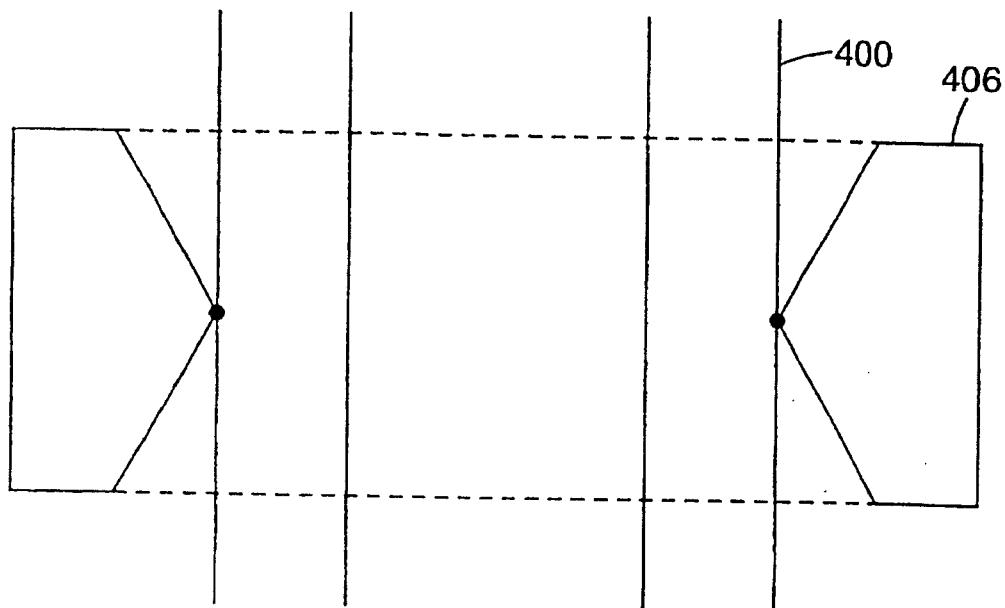


图 22