



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111819324 B

(45) 授权公告日 2023.05.12

(21) 申请号 201980017333.6

(22) 申请日 2019.01.04

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 111819324 A

(43) 申请公布日 2020.10.23

(30) 优先权数据
62/614,035 2018.01.05 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2020.09.04

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/US2019/012349 2019.01.04

(87) PCT国际申请的公布数据
W02019/136250 EN 2019.07.11

(73) 专利权人 国际纸业公司

地址 美国田纳西州

(72) 发明人 约翰·马拉尼·米兹尔

(74) 专利代理机构 北京三环同创知识产权代理
有限公司 11349

专利代理师 邵毓琴

(51) Int.Cl.

D21F 1/02 (2006.01)

D21F 9/00 (2006.01)

D21F 1/18 (2006.01)

D21F 11/04 (2006.01)

审查员 李娜

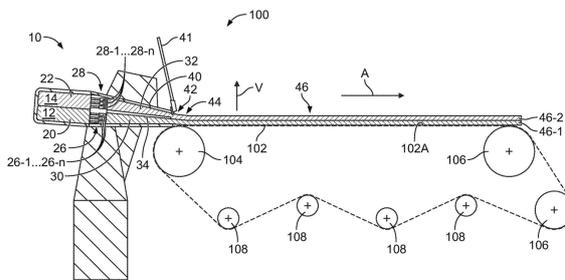
权利要求书3页 说明书12页 附图7页

(54) 发明名称

具有增加的弯曲刚度和横向强度的纸产品
及其制造方法

(57) 摘要

一种用于制造纸产品的工艺包括：提供成形网；使成形网旋转使得成形网的上表面在机器方向上移动；提供包括第一和第二入口集管以及堰板出口的多层流浆箱；将第一纤维的第一水性浆料提供给第一入口集管，并且将第二纤维的第二水性浆料提供给第二入口集管；合并第一和第二水性浆料流以限定离开堰板出口的射流；将射流排放到成形网的上表面上以形成料幅；使成形网在横向于机器方向的方向上振动，由此使至少大量的第一纤维在偏离机器方向的方向上排列；以及从料幅形成纸产品。



1. 一种用于制造纸产品的工艺,所述工艺包括:
 - 提供由胸辊和至少一个附加辊承载的成形网;
 - 使所述成形网旋转,使得所述成形网的上表面在机器方向上移动;
 - 提供包括第一和第二入口集管以及多层流浆箱堰板出口的多层流浆箱,所述第一入口集管位于所述第二入口集管下方;
 - 将第一纤维的第一水性浆料提供给所述第一入口集管并且将第二纤维的第二水性浆料提供给所述第二入口集管,所述第一纤维的平均长度大于所述第二纤维的平均长度;
 - 在所述多层流浆箱堰板出口的区域中合并所述第一和第二水性浆料以限定离开所述多层流浆箱堰板出口的射流;
 - 将合并但仍分层的浆料的射流排放到所述成形网的上表面上,其中所述合并浆料的射流在所述成形网上形成料幅,其中比所述第二纤维更大百分比的所述第一纤维更靠近所述成形网;
 - 使所述成形网在横向于机器方向的方向上振动,由此使至少大量的所述第一纤维在偏离机器方向的方向上排列;以及
 - 由所述料幅形成所述纸产品,
 - 其中所形成的纸产品与使用常规工艺形成的纸产品相比具有减小的MD与CD拉伸和/或压缩强度的比例和/或增加的压缩强度和/或增加的弯曲刚度。
2. 根据权利要求1所述的工艺,其中:
 - 所述至少一个附加辊包括从动辊;以及
 - 使所述成形网旋转包括驱动所述从动辊。
3. 根据权利要求1所述的工艺,所述工艺还包括:
 - 当所述第一和第二水性浆料从所述第一和第二入口集管移动到所述多层流浆箱堰板出口的区域时保持所述第一和第二水性浆料彼此分离。
4. 根据权利要求1所述的工艺,其中使所述成形网振动包括对与所述成形网接触的纤维排列结构施加振动运动。
5. 根据权利要求1所述的工艺,其中使所述成形网振动包括使所述胸辊在大体上平行于所述胸辊的轴线的方向上移动。
6. 根据权利要求1所述的工艺,其中使所述成形网振动以使大量的所述第一纤维在相对于机器方向在 >0 度且 ≤ 90 度之间延伸的方向上排列。
7. 根据权利要求1所述的工艺,其中所述纸产品包括纸。
8. 根据权利要求1所述的工艺,其中所述纸产品包括纸板。
9. 根据权利要求1所述的工艺,其中所述多层流浆箱还包括位于所述第二入口集管上方的第三入口集管,所述工艺还包括:
 - 向所述第三入口集管提供第三纤维的第三水性浆料;并且在所述多层流浆箱堰板出口的区域中合并所述第一和第二水性浆料与所述第三水性浆料以限定离开所述多层流浆箱堰板出口的射流。
10. 根据权利要求9所述的工艺,其中所述第三纤维的平均长度小于所述第一纤维的平均长度。
11. 根据权利要求9所述的工艺,其中所述第三纤维的平均长度等于或大于所述第一纤维

维的平均长度。

12. 一种纸产品,其中所述纸产品通过一种工艺制造,所述工艺包括:

提供由胸辊和至少一个附加辊承载的成形网;

使所述成形网旋转,使得所述成形网的上表面在机器方向上移动;

提供包括第一和第二入口集管以及多层流浆箱堰板出口的多层流浆箱,所述第一入口集管位于所述第二入口集管下方;

将第一纤维的第一水性浆料提供给所述第一入口集管并且将第二纤维的第二水性浆料提供给所述第二入口集管,所述第一纤维的平均长度大于所述第二纤维的平均长度;

在所述多层流浆箱堰板出口的区域中合并所述第一和第二水性浆料以限定离开所述多层流浆箱堰板出口的射流;

将合并但仍分层的浆料的射流排放到所述成形网的上表面上,其中所述合并浆料的射流在所述成形网上形成料幅,其中比所述第二纤维更大百分比的所述第一纤维更靠近所述成形网;

使所述成形网在横向于机器方向的方向上振动,由此使至少大量的所述第一纤维在偏离机器方向的方向上排列;以及

由所述料幅形成所述纸产品,

其中所形成的纸产品与使用常规工艺形成的纸产品相比具有减小的MD与CD拉伸和/或压缩强度的比例和/或增加的压缩强度和/或增加的弯曲刚度。

13. 根据权利要求12所述的纸产品,其中:

所述至少一个附加辊包括从动辊;以及

使所述成形网旋转包括驱动所述从动辊。

14. 根据权利要求12所述的纸产品,其中所述工艺还包括:

当所述第一和第二水性浆料从所述第一和第二入口集管移动到所述多层流浆箱堰板出口的区域时保持所述第一和第二水性浆料彼此分离。

15. 根据权利要求12所述的纸产品,其中使所述成形网振动包括对与所述成形网接触的结构施加振动运动。

16. 根据权利要求12所述的纸产品,其中使所述成形网振动包括使所述胸辊在大体上平行于所述胸辊的轴线的方向上移动。

17. 根据权利要求12所述的纸产品,其中使所述成形网振动以使大量的所述第一纤维在相对于机器方向在 >0 度且 ≤ 90 度之间延伸的方向上排列。

18. 根据权利要求12所述的纸产品,其中所述纸产品包括纸。

19. 根据权利要求12所述的纸产品,其中所述纸产品包括纸板。

20. 根据权利要求12所述的纸产品,其中所述多层流浆箱还包括位于所述第二入口集管上方的第三入口集管,所述工艺还包括:

向所述第三入口集管提供第三纤维的第三水性浆料;并且在所述多层流浆箱堰板出口的区域中合并所述第一和第二水性浆料与所述第三水性浆料以限定离开所述多层流浆箱堰板出口的射流。

21. 根据权利要求20所述的纸产品,其中所述第三纤维的平均长度小于所述第一纤维的平均长度。

22. 根据权利要求20所述的纸产品,其中所述第三纤维的平均长度等于或大于所述第一纤维的平均长度。

23. 一种纸产品,所述纸产品包括第一外表面、第二外表面和厚度,并且所述纸产品还包括第一纤维和第二纤维,其中:

所述第一纤维的平均长度大于所述第二纤维的平均长度;

位于所述第一外表面和所述第二外表面中的一个外表面附近的大多数纤维包括所述第一纤维,而朝向所述第一外表面和所述第二外表面中的另一个外表面定位的大多数纤维包括所述第二纤维;并且

包括所述第二纤维的朝向所述另一个外表面定位的大多数纤维大致在机器方向上排列,而包括所述第一纤维的位于所述一个外表面附近的大多数纤维朝向机器横向方向偏置,其中所述厚度大体垂直于机器方向和机器横向方向,

其中所形成的纸产品与使用常规工艺形成的纸产品相比具有减小的MD与CD拉伸和/或压缩强度的比例和/或增加的压缩强度和/或增加的弯曲刚度。

24. 根据权利要求23所述的纸产品,其中所述第一纤维在相对于机器方向在 >0 度且 ≤ 90 度之间延伸的方向上偏置。

25. 根据权利要求23所述的纸产品,所述纸产品还包括第三纤维,其中位于所述第一外表面和所述第二外表面中的另一个外表面附近的大多数纤维包括所述第三纤维,并且其中朝向所述第一外表面和所述第二外表面中的另一个外表面定位的并且包括所述第二纤维的大多数纤维夹在所述一个外表面附近的所述第一纤维和所述另一个外表面附近的所述第三纤维之间。

26. 根据权利要求25所述的纸产品,其中所述第三纤维的平均长度小于所述第一纤维的平均长度。

27. 根据权利要求25所述的纸产品,其中所述第三纤维的平均长度等于或大于所述第一纤维的平均长度。

具有增加的弯曲刚度和横向强度的纸产品及其制造方法

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求于2018年1月5日提交的美国临时申请号62/614,035的权益。

技术领域

[0003] 本公开总体上涉及纸产品,并且更具体地涉及具有增加的弯曲刚度和横向强度的纸产品及其制造方法。

背景技术

[0004] 弯曲刚度,拉伸强度和压缩强度是许多纸产品的重要特征,例如,用于制造折叠式硬纸板,液体包装,纸箱和瓦楞纸箱的产品。通常比相应的单层产品更硬并且表现出更大的拉伸和压缩强度的多层或多片纸产品已广泛用于这样的制品的生产中。在一些常规的造纸技术中,将木纤维的水性浆料供应至多层流浆箱,其使得能够生产包括两个或更多个层或片的纸产品。

[0005] 每种水性浆料可以包括具有特定性质(例如,纤维长度,木材种类,再生纤维与原生纤维等)和/或经过一种或多种加工处理(例如,精制)的纤维,使得每一层或片包括具有不同性质的纤维以使得能够生产具有特殊特性的纸产品。另外,已知振动或摇振造纸机的一个或多个部件,例如其上沉积有水性浆料的成形网和/或胸辊,以改善纸产品的形成。

[0006] 然而,仍然需要具有改善的弯曲刚度以及横向拉伸和压缩强度的纸产品及其制造方法。

发明内容

[0007] 根据本公开的第一方面,提供一种织造纸产品的工艺。所述工艺可以包括:提供由胸辊和至少一个附加辊承载的成形网;使成形网旋转,使得成形网的上表面在机器方向上移动;提供包括第一和第二入口集管以及多层流浆箱堰板出口的多层流浆箱,第一入口集管位于第二入口集管下方;将第一纤维的第一水性浆料提供给第一入口集管并且将第二纤维的第二水性浆料提供给第二入口集管,第一纤维的平均长度大于第二纤维的平均长度;在多层流浆箱堰板出口的区域中合并第一和第二水性浆料流以限定离开多层流浆箱堰板出口的射流;将合并但仍分层的浆料的射流排放到成形网的上表面上,其中合并的浆料的射流在成形网上形成料幅,其中比第二纤维更大百分比的第一纤维更靠近成形网;使成形网在横向于机器方向的方向上振动,由此使至少大量的第一纤维在偏离机器方向的方向上排列;以及由料幅形成纸产品。

[0008] 至少一个附加辊可以包括从动辊,并且使成形网旋转可以包括驱动从动辊。

[0009] 所述方法还可以包括当第一和第二水性浆料从第一和第二入口集管移动到多层流浆箱堰板出口的区域时保持第一和第二水性浆料流彼此分离。

[0010] 在一个示例中,使成形网振动可以包括将振动运动施加到与成形网接触的纤维排列结构。在另一示例中,使成形网振动可以包括使胸辊在大体平行于胸辊的轴线的方向上

移动。

[0011] 振动成形网以可以使大量的第一纤维在相对于机器方向在 >0 度且 ≤ 90 度之间延伸的方向上排列。

[0012] 在一些示例中,纸产品可以包括纸。并且在其他示例中,纸产品可以包括纸板。

[0013] 多层流浆箱还可以包括第三入口集管,所述第三入口集管位于第二入口集管的上方。并且所述方法还可以包括:向第三入口集管提供第三纤维的第三水性浆料;并且在多层流浆箱堰板出口的区域中合并第一和第二水性浆料流与第三水性浆料流以限定离开多层流浆箱堰板出口的射流。在一些方面,第三纤维的平均长度小于第一纤维的平均长度。在其他方面,第三纤维的平均长度可以等于或大于第一纤维的平均长度。

[0014] 根据本公开的第二方面,提供了纸产品。纸产品可以通过工艺制造,所述工艺包括:提供由胸辊和至少一个附加辊承载的成形网;使成形网旋转,使得成形网的上表面在机器方向上移动;提供包括第一和第二入口集管以及多层流浆箱堰板出口的多层流浆箱,第一入口集管位于第二入口集管下方;将第一纤维的第一水性浆料提供给第一入口集管并且将第二纤维的第二水性浆料提供给第二入口集管,第一纤维的平均长度大于第二纤维的平均长度;在多层流浆箱堰板出口的区域中合并第一和第二水性浆料流以限定离开多层流浆箱堰板出口的射流;将合并但仍分层的浆料的射流排放到成形网的上表面上,其中合并浆料的射流在成形网上形成料幅,其中比第二纤维更大百分比的第一纤维更靠近成形网;使成形网在横向于机器方向的方向上振动,由此使至少大量的第一纤维在偏离机器方向的方向上排列;以及由料幅形成纸产品。

[0015] 至少一个附加辊可以包括从动辊,并且使成形网旋转可以包括驱动从动辊。

[0016] 该方法还可以包括当第一和第二水性浆料从第一和第二入口集管移动到多层流浆箱堰板出口的区域时保持第一和第二水性浆料流彼此分离。

[0017] 在一个示例中,使成形网振动可以包括对与成形网接触的结构施加振动运动。在另一示例中,使成形网振动可以包括使胸辊在大体平行于胸辊的轴线的方向上移动。

[0018] 可以使成形网振动以使大量的第一纤维在相对于机器方向在 >0 度且 ≤ 90 度之间延伸的方向上排列。

[0019] 在一些示例中,纸产品可以包括纸。在其他示例中,纸产品可以包括纸板。

[0020] 多层流浆箱还可以包括第三入口集管,所述第三入口集管位于第二入口集管的上方。并且所述方法还可以包括:向第三入口集管提供第三纤维的第三水性浆料;并且在多层流浆箱堰板出口的区域中合并第一和第二水性浆料流与第三水性浆料流以限定离开多层流浆箱堰板出口的射流。在一些方面,第三纤维的平均长度小于第一纤维的平均长度。在其他方面,第三纤维的平均长度可以等于或大于第一纤维的平均长度。

[0021] 根据本公开的第三方面,提供了包括第一纤维和第二纤维的纸产品,其中:第一纤维的平均长度可以大于第二纤维的平均长度;

[0022] 位于一个外表面附近的大多数纤维可以包括第一纤维,而朝向相对外表面定位的大多数纤维可以包括第二纤维;并且第一纤维可以在大多数第二纤维排列的方向上偏置。

[0023] 大多数第二纤维大致在机器方向上排列,并且大多数第一纤维朝向机器横向方向偏置。

[0024] 第一纤维可以在相对于机器方向在 >0 度且 ≤ 90 度之间延伸的方向上偏置。

[0025] 纸产品还可以包括位于相对外表面附近的第三纤维。在一些方面,第三纤维的平均长度小于第一纤维和第二纤维的平均长度。在其他方面,第三纤维的平均长度可以等于或大于第一纤维的平均长度。

附图说明

[0026] 尽管说明书以特别指出并明确要求保护本发明的权利要求作为结尾,但是相信结合附图从以下描述将更好地理解本发明,在附图中相同的附图标记表示相同的元件,并且其中:

[0027] 图1是具有双层流浆箱的造纸机的长网成形部段的一部分的侧视图;

[0028] 图2是具有三层流浆箱的造纸机的长网成形部段的一部分的侧视图;

[0029] 图3是造纸机的两个堆叠长网成形部段的一部分的侧视图,其中每个长网成形部段利用三层流浆箱;

[0030] 图4是造纸机的长网成形部段的上游部分的俯视图,所述造纸机包括称为台摇摆的造纸机摇摆装置;

[0031] 图5是包括一种类型的胸辊摇摆装置的胸辊的部分横截面图;

[0032] 图6是根据本公开形成的三层料幅的部段的透视图;

[0033] 图7A和7B是堆叠盒的透视图;

[0034] 图8是示例性成品纸产品的透视图;

[0035] 图9是示出用于制造纸产品的示例性工艺的流程图;

具体实施方式

[0036] 在优选实施例的以下详细描述中,参考构成其一部分的附图,并且在附图中以说明而非限制的方式示出了可以实施本发明的特定优选实施例。应当理解,在不脱离本发明的精神和范围的情况下,可以利用其他实施例并且可以进行改变。

[0037] 图1示出了具有以部分横截面示出的双层流浆箱10的造纸机的长网成形部段100的一部分。图2示出了具有以部分横截面示出的三层流浆箱50的造纸机的长网成形部段100的类似部分,其中相应的部分被分配相同的附图标记。参考图1和2,长网成形部段100包括由胸辊104,一个或多个从动辊106以及回到胸辊104的返回辊108承载的成形网102。尽管示出了两个从动辊106和四个返回辊108,但是长网成形部段100可以包括任何数量的从动辊和/或返回辊106、108。成形网102可以包括环形网或带并且由从动辊106驱动,使得成形网102旋转并且成形网102的上表面102A在箭头A所示的机器方向上移动。术语“机器方向”或“MD”在本文中可以用于指代通过制造工艺的材料流动的方向。另外,材料的相对放置和移动可以描述为在通过工艺的机器方向上从工艺的上游流动到工艺的下游。术语“横向方向”,“机器横向方向”或“CD”在本文中可以用于指代大体垂直于或横向于机器方向并且在成形网和正在形成的片材的平面中的方向。

[0038] 如图1中所示,双层流浆箱10可以包括第一入口集管12和第二入口集管14,其中第一入口集管12位于第二入口集管14下方。第一入口集管12被供应包括第一纤维的第一水性浆料20,并且第二入口集管14被供应包括第二纤维的第二水性浆料22。如本文所述,第二水性浆料22可以具有与第一水性浆料20不同的特性或性质。特别地,与第一纤维相比,第二纤

维可以具有不同的特性或性质。从第一入口集管12,第一水性浆料20进入包括湍流管26-1至26-n的湍流发生器26,然后进入堰板锥40中的第一入口室30。堰板锥40在流浆箱10的缩窄下游端处形成。从第二入口集管14,第二水性浆料22进入包括湍流管28-1至28-n的湍流发生器28,然后进入堰板锥40中的第二入口室32。第一和第二入口室30、32被限定并经由板34(通常称为薄片)彼此分离。水性浆料20、22的流通过板34单独地保持在流浆箱10内,直到水性浆料20、22在多层流浆箱堰板出口42的区域(未单独标记)中合并以限定射流44。将包括合并但仍分层的水性浆料20、22的射流44从堰板出口42排放到成形网102的上表面102A上。堰板锥40可以可选地包括堰板调节器41,如图1中所示,以允许调节堰板出口42,即在CD(未示出;见图4)和由图1中的箭头V表示的大致竖直方向上延伸的堰板出口区域的尺寸。

[0039] 射流44在成形网102上形成水性纤维浆料46的层(也称为料幅)。尽管合并水性浆料20、22以形成射流44导致水性浆料20、22的一些混合,但是众所周知,当将合并的水性浆料20、22沉积到成形网102上时,在形成的料幅46中至少部分地保持水性浆料20、22的分层分离。因此,料幅46在图1中示出为包括主要包含第一水性浆料20的第一层或片46-1和主要包含第二水性浆料22的第二层或片46-2,其中与第二水性浆料22中的第二纤维相比,第一水性浆料20中的更大百分比的第一纤维更靠近成形网102。然后可以使用已知方法从料幅46形成纸产品。

[0040] 如图2中所示,三层流浆箱50可以包括第一入口集管52,第二入口集管54和第三入口集管56。第一入口集管52是最低的入口集管,并且位于第二入口集管54下方。第二入口集管54位于第三入口集管56下方。第一入口集管52被供应包括第一纤维的第一水性浆料60,第二入口集管54被供应包括第二纤维的第二水性浆料62,并且第三入口集管56被供应包括第三纤维的第三水性浆料64。如本文所述,第一、第二和第三水性浆料60、62、64与彼此相比可以具有不同的特性或性质。从第一入口集管52,第一水性浆料60进入包括湍流管(未单独标记;见图1)的湍流发生器66,然后进入在流浆箱50的缩窄下游端处形成的堰板锥90中的第一入口室80。从第二入口集管54,第二水性浆料62进入包括湍流管(未单独标记;见图1)的湍流发生器68,然后进入堰板锥90中的第二入口室82。从第三入口集管56,第三水性浆料64进入包括湍流管(未单独标记)的湍流发生器70,然后进入堰板锥90中的第三入口室84。第一、第二和第三入口室80、82和84被限定并通过第一和第二板或薄片86、88彼此分离。

[0041] 继续参考图2,水性浆料60、62、64的流通过板86、88单独地保持在流浆箱50内,直到水性浆料60、62、64在包括合并但仍分层的水性浆料60、62、64的射流94中离开多层流浆箱堰板出口92。堰板锥90可以可选地包括堰板调节器91,其可以用于调节堰板出口92的尺寸,如关于图1所述。射流94在成形网102上形成一层水性纤维浆料96(也称为料幅)。尽管合并水性浆料60、62、64以形成射流94导致水性浆料60、62、64的一些混合。但是众所周知,当将合并水性浆料60、62、64沉积到成形网102上时,在形成的料幅96中至少部分地保持水性浆料60、62、64的分层分离。因此,料幅96在图2中示出为包括主要包含第一水性浆料60的第一层或片96-1,主要包含第二水性浆料62的第二层或片96-2,以及主要包含第三水性浆料64的第三层或片96-3。然后可以使用已知方法从料幅96形成纸产品。

[0042] 图3示出了造纸机的两个长网成形部段,例如第一长网成形部段100-1和第二长网成形部段100-2,其中长网成形部段100-1、100-2堆叠并且均包括在部分横截面中示出的相应三层流浆箱50-1、50-2。每个长网成形部段100-1、100-2包括由胸辊104-1、104-2,一个或

多个从动辊106-1、106-2以及回到胸辊104-1、104-2的返回辊108-1、108-2承载的相应的成形网102-1、102-2。成形网102-1、102-2可以包括环形网或带并且由从动辊106-1、106-2驱动,使得成形网的上表面102A-1、102A-2在MD上移动,其在用于第一长网成形部段100-1的图3中的箭头A-1和用于第二长网成形部段100-2的箭头A-2示出。尽管长网成形部段100-1、100-2示出为具有两个从动辊106-1、106-2和三个或四个返回辊108-1、108-2,但是每个长网成形部段100-1、100-2可以包括任何数量的从动辊和返回辊。

[0043] 图3中的流浆箱50-1、50-2在结构上可以大致类似于图2中所示的三层流浆箱50或图1中所示的双层流浆箱10。为了详细示出长网成形部段100-1、100-2的其他方面,省略了图3中的一些部件的标记。每个三层流浆箱50-1、50-2可以包括第一入口集管52-1、52-2,第二入口集管54-1、54-2和第三入口集管56-1、56-2。第一入口集管52-1、52-2是最低入口集管,并且位于相应的第二入口集管54-1、54-2下方。第二入口集管54-1、54-2位于相应的第三入口集管56-1、56-2下方。每个流浆箱50-1、50-2的第一入口集管52-1、52-2被供应包括第一纤维的第一水性浆料60-1、60-2,第二入口集管54-1、54-2被供应包括第二纤维的第二水性浆料62-1、62-2,并且第三入口集管56-1、56-2被供应包括第三纤维的第三水性浆料64-1、64-2。如本文所述,与相应的流浆箱50-1、50-2内的其他水性浆料相比,第一、第二和第三水性浆料60-1、60-2、62-1、62-2、64-1、64-2可以具有不同的特性或性质。

[0044] 从第一入口集管52-1、52-2,第一水性浆料60-1、60-2进入包括湍流管(未单独标记;见图1和2)的湍流发生器,然后进入在每个流浆箱50-1、50-2的相应缩窄下游端处形成的堰板锥90-1、90-2中的第一入口室80-1、80-2。从第二入口集管54-1、54-2,第二水性浆料62-1、62-2进入包括湍流管(未单独标记;见图1和2)的湍流发生器,然后进入堰板锥90-1、90-2中的第二入口室82-1、82-2。从第三入口集管56-1、56-2,第三水性浆料64-1、64-2进入包括湍流管(未单独标记)的湍流发生器,然后进入堰板锥90-1、90-2中的第三入口室84-1、84-2。第一、第二和第三入口室80-1、80-2、82-1、82-2、84-1、84-2被限定并且经由相应的第一和第二板或薄片(未标记;见图1和2)彼此分离。

[0045] 继续参考图3,水性浆料60-1、60-2、62-1、62-2、64-1、64-2的流经由第一和第二板(未标记)单独地保持在相应的流浆箱50-1、50-2内,直到水性浆料60-1、60-2、62-1、62-2、64-1、64-2在射流94-1、94-2中离开多层流浆箱堰板出口92-1、92-2。从流浆箱50-1排放的射流94-1包括合并但仍分层的水性浆料60-1、62-1、64-1,并且从流浆箱50-2排放的射流94-2包括合并的水性浆料60-2、62-2、64-2。堰板锥90-1、90-2可以可选地包括堰板调节器(未标记;见图1和2)。每个射流94-1、94-2在相应的成形网102-1、102-2上形成一层水性纤维浆料96A、96B(也称为第一和第二料幅)。尽管合并水性浆料60-1、62-1、64-1以形成射流94-1导致水性浆料60-1、62-1、64-1的一些混合,但是众所周知,当合并的水性浆料60-1、62-1、64-1沉积到成形网102-1上时,在形成的第一料幅96A中至少部分地保持水性浆料60-1、62-1、64-1的分层分离。因此,第一料幅96A在图3中示出为包括主要包含第一水性浆料60-1的第一层或片96A-1,主要包含第二水性浆料62-1的第二层或片96A-2,以及主要包含第三水性浆料64-1的第三层或片96A-3。类似地,由射流94-2形成的第二料幅96B示出为包括主要包含第一水性浆料60-2的第一层或片96B-1,主要包含第二水性浆料62-2的第二层或片96B-2,以及主要包含第三水性浆料64-2的第三层或片96B-3。

[0046] 如图3中所示,第二长网成形部段100-2定位成与第一长网成形部段100-1“相对”

延伸。第二长网成形部段100-2的胸辊104-2,从动辊106-2和成形网102-2可以布置成使得第二料幅96B在与第一料幅96A的方向相对或相反的方向上出发。在胸辊104-2下游的位置处,第二料幅96B的方向反转,使得第二料幅96B在与第一料幅96A相同的方向上行进。然后将料幅96A、96B接合或层叠在一起以形成六层料幅98,如图3中所示,其中料幅96A、96B可以接合或层叠在一起,使得相应的料幅96A、96B的第三层96A-3、96B-3彼此接触,并且相应的第一层96A-1、96B-1形成六层料幅98的外表面,如本文中更详细所述。然后可以使用已知方法从料幅98形成纸产品。

[0047] 尽管在图1-3中示出了两层和三层流浆箱10、50、50-1、50-2,但是应当理解,本发明也可以与四层流浆箱,五层流浆箱等一起使用。可以使用的多层流浆箱的附加示例在美国专利第6,544,387号;第6,962,646号;和第7,381,295号中公开,其公开内容通过引用整体并入本文。

[0048] 在所有实施例中,与相邻入口集管中的水性浆料相比,每种水性浆料可以包括一个或多个不同的特性或性质。特别地,每种水性浆料可以包括具有不同平均纤维长度的纤维。可以使用本领域中已知的一种或多种技术来获得包括不同平均纤维长度的水性浆料。用于产生水性浆料的原材料或输入材料可以包括原始材料,回收材料或它们的混合物。在一个示例中,可以通过从一种或多种纤维包中选择原材料来至少部分地控制平均纤维长度,所述纤维包包括例如主要从特定类型或种类的植物(例如软木与硬木)获得的纤维。化学制造的(牛皮纸制浆工艺)软木纤维通常是最长、最强制造的软木纤维,并且可以包括平均长度为例如约3-4mm的纤维。该平均长度包括其间的所有值和子范围,包括3.20,3.25,3.30,3.35,3.40,3.45,3.50,3.55,3.60,3.65,3.70,3.75和3.80mm。硬木纤维往往更短,并且可以包括平均长度为例如约1-1.2mm的纤维。该平均长度包括其间的所有值和子范围,包括1.05,1.10和1.15mm。典型的原材料尺寸可以包括例如(取决于原产地域和制浆方法):

[0049] 软木牛皮纸纤维:2.4-3.6mm;

[0050] 软木BCTM/TMP纤维:1.45-2.0mm;以及

[0051] 硬木牛皮纸纤维:0.9-1.1mm。

[0052] 这些平均长度包括其间的所有值和子范围,包括用于软木牛皮纸纤维的2.45,2.50,2.55,2.60,2.65,2.70,2.75,2.80,2.85,2.90,2.95,3.00,3.05,3.10,3.15,3.20,3.25,3.30,3.35,3.40,3.45,3.50和3.55;用于软木BCTM/TMP纤维的1.50,1.55,1.60,1.65,1.70,1.75,1.80,1.85,1.90和1.95mm;以及用于硬木牛皮纸纤维的0.95,1.00和1.05mm。

[0053] 参考图1-3,第一水性浆料20、60、60-1、60-2可以包括具有用于形成料幅的最长平均长度的纤维。第一水性浆料20、60、60-1、60-2可以例如通过选择主要包含原始软木纤维的原材料而产生,而第二水性浆料22、62、62-1、62-2和第三水性浆料64、64-1、64-2均可以通过选择主要包含原始硬木纤维的原材料而产生。如本领域中已知的,第一、第二和第三水性浆料均可以使用单独的纸浆(未示出)产生,所述纸浆从单独的储罐(未示出)供应到每个相应的入口集管。

[0054] 替代地或另外,可以使用分馏来按尺寸将纸浆中的纤维筛选和分离成短纤维(“SF”)组分和长纤维(“LF”)组分。例如,在原材料包括回收材料,例如旧瓦楞纸箱,报纸,杂志等,和/或纤维长度变化程度较高的材料的情况下,可以使用分馏。回收材料可以包括长

度为例如0.9-2.7mm的纤维。该平均长度包括其间的所有值和子范围,包括0.95,1.00,1.05,1.10,1.15,1.20,1.25,1.30,1.35,1.40,1.45,1.50,1.55,1.60,1.65,1.70,1.75,1.80,1.85,1.90,1.95,2.00,2.05,2.10,2.15,2.20,2.25,2.30,2.35,2.40,2.45,2.50,2.55,2.60和2.65mm。参考图1-3,第一水性浆料20、60、60-1、60-2可以包括在一个或多个分馏步骤之后获得的LF流,而第二水性浆料22、62、62-1、62-2和第三水性浆料64、64-1、64-2均可以包括在一个或多个分馏步骤之后获得的SF流。如本领域中已知的,第一、第二和第三水性浆料均可以通过分馏从一个或多个储罐(未示出)供应的一种或多种纸浆(未示出)而产生,所得的SF和LF流供应到适当的入口集管。

[0055] 此外,一种或多种添加剂可以用于例如改变水性浆料中的游离细粉的量,增加成品纸产品的强度等。纤维还可以经受一个或多个附加的筛选前或后步骤,例如清洁,分散和/或精制。

[0056] 在所有示例中,图1-3中的第一水性浆料20、60、60-1、60-2,即与成形网102、102-1、102-2的上表面102A、102A-1、102A-1接触的料幅46、96、96A,96B的部分,包括具有第一(最长)平均长度的第一纤维,第二水性浆料22、62、62-1、62-2包括具有小于第一平均长度的第二平均长度的第二纤维。参考图2和3,当存在第三入口集管56、56-1、56-2时,第三水性浆料64、64-1、64-2可以包括具有第三平均长度的第三纤维。在一些特定情况下,第三平均长度可以小于第一平均长度。在其他特定情况下,第三平均长度可以小于第一和第二平均长度。例如,第一水性浆料20、60、60-1、60-2中的第一纤维可以包括长度是第二和/或第三纤维的约三倍的纤维,例如当第一水性浆料20、60、60-1、60-2包括软木纤维并且第二和/或第三水性浆料22、62、62-1、62-2、64、64-1、64-2包括硬木纤维时。在另外的特定情况下,参考图2中所示的实施例,第三平均长度可以大致等于或大于第一平均长度,如本文所述。

[0057] 参考图1-3,当水性浆料合并以形成相应的射流44、94、94-1、94-2并沉积到成形网102、102-1、102-2上时,所得的料幅46、96、96A,96B的每一层或片中的大部分纤维更显著地在MD上排列,如相应的箭头A、A1、A-2所示。成形网102、102-1、102-2的横向振动,即成形网在横向于或大致垂直于MD的方向上的振动,可以用于通过在成形网102、102-1、102-2上的料幅46、96、96A,96B中引起流体动力和机械剪切力来改善成品纸产品的形成。特别地,由于主要包括具有第一纤维(最长平均长度)的第一水性浆料20、60、60-1、60-2的每个料幅46、96、96A,96B的第一层46-1、96-1、96A-1、96B-1与成形网102、102-1、102-2接触,因此据信第一纤维受到大量的横向剪切力。

[0058] 在图1-3中示出的任何实施例中成形网102、102-1、102-2的横向或横向方向振动可以通过本领域已知的一种或多种结构来实现。在一个示例中,如图4中所示,包括造纸机台摇摆装置200的纤维排列结构使成形网102在横向于MD的方向上振动,即成形网102在CD上振动。造纸机台摇摆装置200可以与胸辊104和流浆箱10一起使用,所述胸辊和流浆箱可以是本文所述的任何实施例,包括具有两个长网成形部段的图3中所示的实施例。造纸机台摇摆装置200可以包括多个T形杆202、204和侧框架(未示出),其中T形杆中的交替杆固定到侧框架,例如T形杆202,或者在由箭头B指示的方向上相对于侧框架可移动,例如T形杆204。造纸机台摇摆装置200在美国专利第4,055,460号中更详细地描述,其公开内容通过引用整体并入本文。

[0059] 继续参考图4,可移动T形杆204可以通过杆206安装到偏心机构208、210,所述偏心

机构安装到轴212。轴212围绕纵向轴线C的旋转引起偏心机构208、210旋转,这导致可移动T形杆204在箭头B指示的方向上侧向滑动,即来回移动。箭头B横向于MD,即大致垂直于由箭头A表示的MD。在一些情况下,如图3中所示,相邻的偏心机构208、210可以彼此成180°设置,使得可移动T形杆204中的相邻杆将由于偏心机构208、210的作用而在相反方向上侧向移动。在其他情况(未示出)下,偏心机构208、210可以彼此同相设置,使得可移动T形杆204一致地侧向移动。

[0060] 在所有情况下,偏心机构208、210的运动都会使成形网102围绕固定的T形杆202横向振动。成形网102和T形杆202、204之间的摩擦允许可移动T形杆204的振动传递到成形网102和在成形网102上形成的料幅96,如关于图6更详细地所述。在图4中用实线示出了在不使用造纸机台摇摆装置200的情况下成形网102的正常(直的)位置,而用虚线示出了在使用造纸机台摇摆装置200期间成形网102'在运动中(夸大)的位置。

[0061] 在另一示例中,在图5的部分横截面中示出的胸辊摇摆装置300可以与本文所述的任何实施例(包括图3所示的包括两个长网成形部段的实施例)一起使用以引起成形网(未示出;见图1-4)的横向振动。在美国专利第5,560,808号中更详细地描述了胸辊摇摆装置300,其公开内容通过引用整体并入本文。参考图5,胸辊104可旋转地支撑在轴承座302内,所述轴承座经由可移动元件306连接到固定部分304。在一些示例中,可移动元件306可以包括玻璃纤维弹簧。轴承座302中的一个经由臂308联接到胸辊摇摆装置300。胸辊摇摆装置300可以包括一个或多个液压挺杆组件(未示出),其使臂308,轴承座302,胸辊104和可移动元件306在箭头B指示的方向上侧向移动,所述方向横向于MD(未示出;见图1-4),并且大体平行于胸辊104的轴线D。图5中的虚线指示胸辊104,轴承座302和可动元件306在由胸辊摇摆装置300经由臂308来回移动时的位置。类似于图4中所示的造纸机台摇摆装置200,在成形网越过胸辊104时图5中的胸辊104的侧向运动使成形网(未示出;见图1-4)横向振动。在一些实施例(未示出)中,图4的造纸机台摇摆装置200和图5的胸辊摇摆装置300可以在单个长网成形部段中一起使用。

[0062] 在所有实施例中,据信本文所述的成形网的横向或纵向方向振动导致料幅内的纤维的至少一部分变为更多地在偏离MD的方向上排列,其中最接近成形网的纤维受到大量的横向剪切力,使得这些纤维变为在最远离MD偏置的方向上排列。在现有技术中,当单层流浆箱与成形网的横向振动结合使用时,或者多层流浆箱中每一层的水性浆料具有相同的组成时,据信最长纤维大体上在料幅和由料幅形成的成品纸产品的整个厚度上均匀地分布(见图6和7)。就在成品纸产品中提供所需的强度和弯曲刚度性能而言,最长纤维通常是最强纤维。当成形网受到横向振动时,由于所有层通常具有相等量的最长纤维,因此料幅中仅有限数量的最长纤维,即仅最接近成形网的那些纤维将接收足够大的横向剪切力以使那些纤维在偏离MD的方向上排列。其余最长纤维的大部分大体上将在MD上排列。

[0063] 在本公开中,据信最靠近成形网的第一层或片将包括设置在料幅中的大量的最长纤维,并且此外,大部分的最长纤维将变为在偏离MD的方向上排列、定位或定向。如本文关于图1和2所述,最低原料入口集管,即相应的多层流浆箱10、50的第一入口集管12、52,可以被供应包括第一纤维的第一水性浆料20、60,所述第一纤维具有大于至少提供给位于第一入口集管上方的入口集管(例如,第二入口集管14、54)的水性浆料的纤维的平均长度。尽管合并水性浆料以形成相应的射流44、94导致水性浆料的一些混合,但是众所周知,当合并的

水性浆料沉积到成形网102上时,在形成的相应料幅46、96中至少部分地保持水性浆料的分离,使得料幅46、96包括两个或更多个层或片。因此,据信每个料幅46、96的第一层或片46-1、96-1通常将包括平均长度大于根据现有技术工艺形成的第一层或片的纤维。类似地,参考图3,最低入口集管,即每个相应的流浆箱50-1、50-2的第一入口集管52-1、52-2,被供应包括第一、较长纤维的第一水性浆料60-1、60-2,使得最接近相应成形网102-1、102-2的每个相应料幅96A、96B的第一层或片96A-1、96B-1通常将包括具有更大的平均长度的纤维。

[0064] 图6是根据本公开形成的图4的三层料幅96的部段的平面图,其中第二和第三层96-2、96-3的部分已被切掉。料幅96可以类似于图2中示出的三层料幅96,并且可以包括大致垂直于MD和CD两者延伸的厚度 T_w 。在图6中,MD由箭头A示出并且CD由箭头B示出。插图代表在成形网的横向振动之后分别位于料幅96的第一、第二和第三层96-1、96-2、96-3中的第一、第二和第三纤维97-1、97-2、97-3、97-3'的理想视图,如本文所述。如图6中所示,第一纤维97-1包括第一平均长度,第二纤维97-2包括第二平均长度,其中第一平均长度大于第二平均长度。第三纤维97-3、97-3'包括第三平均长度。在一些情况下,第三纤维(例如纤维97-3)的第三平均长度小于第一和第二平均长度中的一者或两者。在其他情况下,第三纤维(例如纤维97-3')的第三平均长度等于或大于第一纤维97-1的第一平均长度。

[0065] 同样如图6中所示,据信使第一纤维97-1的大部分相对于MD成一定角度排列。在一些情况下,据信第一纤维97-1的至少大部分($>50\%$)变为相对于MD成一定角度排列。由于位于第二和第三层96-2、96-3中的第二和第三纤维97-2、97-3、97-3'距离成形网更远,因此据信与第一纤维97-1相比,第二和第三纤维97-2、97-3、97-3'受到横向剪切力的影响要小得多,并且相对于MD将具有大大减少的偏离量。

[0066] 相对于MD成一定角度延伸的第一纤维97-1的数量和第一纤维97-1相对于MD延伸的角度的大小可以基于由成形网施加到第一纤维97-1的剪切力的大小和频率以及成形纤维在MD和CD上的运动速度而变化。据信第一纤维97-1可以相对于MD延伸的角度可以在+1度至+90度和-1度至-90度的范围内,其中MD限定0度,如图6中所示。例如,第一纤维97-1相对于MD方向的偏离可以为 >0 度且 ≤ 90 度。这些范围包括其间的所有值和子范围,包括+5,+10,+15,+20,+25,+30,+35,+40,+45,+50,+55,+60,+65,+70,+75,+80和+85度以及-5,-10,-15,-20,-25,-30,-35,-40,-45,-50,-55,-60,-65,-70,-75,-80和-85度。

[0067] 尽管图6中示出的料幅96包括三层,但相信这些原理同样适用于包括两层(例如,图1中所示的料幅46),四层等的料幅。另外,也相信这些原理适用于例如图3中所示的实施例,其中在独立的长网成形部段100-1、100-2中形成的两个三层料幅96A、96B合并以形成一个六层料幅98。

[0068] 在所有的实施例中,使大部分的第一纤维相对MD成一定角度排列,据信相比根据现有技术工艺形成的纸产品,由料幅形成的纸产品的横向拉伸强度和压缩强度将会提高。特别地,参考图6,据信大量的第一最长纤维97-1在偏离MD的方向上可以导致根据本公开形成的成品纸产品的MD拉伸和/或压缩强度与CD拉伸和/或压缩强度的比例的降低。使用常规造纸工艺通常可以具有相比CD拉伸和压缩强度更大的MD拉伸和压缩强度,以及由此更高的MD与CD拉伸和压缩强度的比例,这至少部分地是由于纤维在MD排列的趋势。据信使用本文公开的方法形成的纸产品可以包括与使用常规工艺形成的纸产品相比减小的MD与CD拉伸和/或压缩强度的比例,至少部分地是由于大部分最长纤维97-1相对于MD成一定角度的排

列。

[0069] 另外,据信根据本公开形成的纸产品将具有增加的压缩强度,并且特别地具有由纸产品形成的盒或其他容器的增加的堆叠强度。参考图7A,堆叠盒400受到压缩力,如箭头F所示。由于纤维在MD上排列的趋势以及常规的制盒机的限制,因此如图7A中所示由常规的纸产品形成的盒400通常在圆周方向上具有最大量的压缩强度,如箭头 C_p 所示。由于常规的盒在大致垂直于压力F的方向的方向上具有最大压缩强度,因此这些盒可能更易于软弱和塌陷。据信本文公开的方法通过使最长纤维的至少一部分相对于MD成一定角度排列来帮助解决该问题,这增加了压缩强度,特别是由这些纸产品形成的盒的堆叠强度。如图7B中所示,据信由根据本公开制造的纸产品形成的盒400'将在如箭头 V_p 指示的竖直方向上具有增加的压缩强度,所述竖直方向大致平行于压缩力F的方向。

[0070] 另外,据信与使用常规工艺形成的纸产品相比,根据本公开形成的纸产品(例如,分层1)具有增加的弯曲刚度。图8示出了根据本公开形成的示例性成品纸产品500。纸产品500包括第一外表面502,第二相对的外表面504和厚度 T_p 。纸产品500可以由如本文所述的包括两个或更多个层或片的料幅形成,并且可以包括例如纸或纸板。参考图1、6和8,最接近成形网102的第一层或片46-1、96-1主要包括包含第一最长纤维97-1的第一水性浆料20,第二层或片46-2、96-2主要包括包含第二较短纤维97-2的第二水性浆料22。据信位于成品纸产品500的一个外表面(例如第一外表面502)处或附近的大多数纤维将包括来自第一层或片46-1、96-1的最长第一纤维97-1,而朝向相对的外表面(例如,第二外表面504)定位的大多数纤维将包括来自第二层或片46-2、96-2的第二纤维97-2。如本文所述,第一纤维97-1的至少一部分可以远离第二纤维97-2的大部分排列的方向偏置。例如,大部分第二纤维97-2可以在MD上排列,并且大部分第一纤维97-1可以在偏离MD的方向上排列。在一些情况下,如图1中所示,第二层或片46-2、96-2可以包括料幅46、96的最终层或片,并且在其他情况下,一个或多个附加层或片可以在第二层或片46-2、96-2上方形成(见图2和3)。最长纤维通常提供更大的弯曲刚度,并且据信根据图1形成的纸产品500使得最长的第一纤维97-1位于一个外表面502处或附近,与其中最长的纤维大体上在纸产品的整个厚度 T_p 上均匀地分布常规的纸产品相比,将具有增加的弯曲刚度。

[0071] 据信由料幅96、96A、96B形成的纸产品500(包括三层或更多层,如图2和3中所示)也将具有弯曲刚度的增加。参考图2、6和8,最接近成形网102的第一层或片96-1主要包括包含第一纤维97-1的第一水性浆料60;第二中间层或片96-2主要包括包含第二纤维97-2的第二水性浆料62;并且第三外层或片96-3主要包括包含第三纤维97-3、97-3'的第三水性浆料64。据信位于成品纸产品500的一个外表面(例如,第一外表面502)处或附近的大多数纤维将包括来自第一层或片96-1的最长的第一纤维97-1。朝向相对表面(例如,第二外表面504)定位的大多数纤维将包括来自第二层或片96-2的第二纤维97-2,并且位于相对表面504处或附近的大多数纤维将包括来自第三层或片96-3的第三纤维97-3、97-3',其中第二纤维97-2的至少一部分夹在第一和第三纤维97-1、97-3、97-3'之间。

[0072] 继续参考图2、6和8,在如本文所述的一些示例中,第三纤维(例如,图6中的纤维97-3)的第三平均长度可以小于第一纤维97-1的第一平均长度,并且在其他示例中,第三平均长度可以小于第一和第二纤维97-1、97-2的第一和第二平均长度。在两个示例中,第二平均长度小于第一平均长度,并且据信第一纤维97-1,即具有最长平均长度的纤维,将位于纸

产品500的一个外表面(例如,第一外表面502)处或附近,使得纸产品500将具有增加的弯曲刚度(与常规纸产品相比),如以上关于图1所述。在其他示例中,第三纤维(例如,图6中的纤维97-3')的第三平均长度可以等于或大于第一平均长度,使得纸产品500的两个外表面502、504包括平均长度大于位于纸产品500内的纤维的平均长度的纤维。据信与常规纸产品相比,具有位于两个外表面502、504处或附近的较长纤维的该纸产品500可以具有增加的弯曲刚度。据信这些纸产品也可以具有比本文所述的其中最长纤维位于仅仅一个外表面502处或附近的纸产品500更大的弯曲刚度。参考图3、6和8,最接近相应的成形网102-1、102-2的第一层或片96A-1、96B-1主要包括包含最长的第一纤维97-1的第一水性浆料60-1、60-2;第二中间层或片96A-2、96B-2主要包括包含第二较短纤维97-2的第二水性浆料62-1、62-2;并且第三外层或片96A-3、96B-3主要包括包含第三较短纤维(例如图6中的纤维97-3)的第三水性浆料64-1、64-2。第二纤维97-2的第二平均长度小于第一纤维97-1的第一平均长度,并且第三纤维97-3的第三平均长度可以小于第一和第二纤维97-1、97-2的第一和二平均长度中的一者或两者。在成品纸产品500中,料幅96A、96B可以合并,使得据信位于成品纸产品500的一个外表面(例如,第一外表面502)处或附近的大多数纤维将包括来自第一料幅96A的第一层或片96A-1的第一纤维97-1,并且位于成品纸产品500的相对外表面(例如第二外表面504)处或附近的大多数纤维将包括来自第二料幅96B的第一层或片96B-1的第一纤维97-1。每个料幅96A、96B的来自相应第二层或片96A-2、96B-2的第二纤维97-2和来自相应第三层或片96A-3、96B-3的第三纤维97-3的至少一部分夹在第一层或片96A-1、96B-1的第一纤维97-1之间。由于第一纤维97-1包括具有最长平均长度的纤维,因此据信使用图3中所示的实施例形成的纸产品500的两个外表面502、504将包括平均长度大于位于纸产品500内的纤维的平均长度的纤维。如关于图2所述,据信与常规纸产品以及本文所述的其中最长纤维位于仅仅一个外表面502处或附近的纸产品500相比,具有位于两个外表面502、504处或附近的较长纤维的纸产品500可以具有增加的弯曲刚度。

[0073] 在所有示例中,由于第一纤维相对于MD成一定角度排列,单独地或结合最长纤维位于成品纸产品的一个或两个外表面处或附近合并,因此据信与常规纸产品相比,根据本公开的纸产品可以由较少量的原材料形成,同时仍保持与常规纸产品基本相同特性。例如,根据本公开形成的纸产品与使用常规工艺形成的纸产品相比可以具有n百分比降低的MD与CD拉伸强度的比例(其中n是任何正数)。因此,据信与常规纸产品相比,根据本公开使用少约n%的原材料(例如,少n%的纤维)形成的纸产品具有的MD与CD拉伸强度比类似于或低于常规纸产品的MD与CD拉伸强度比。据信根据本公开形成的纸产品的其他性质,例如压缩强度和弯曲刚度,可以类似地保持在常规纸产品的水平,同时减少所需的原材料的量。

[0074] 图9是示出用于制造纸产品的示例性工艺的流程。尽管在图1中参考双层流浆箱10的部件,但是应当理解方法不仅限于该结构。方法可以在步骤600开始,提供由胸辊104和至少一个附加辊106承载的成形网102。方法可以在步骤610继续,使成形网102旋转使得成形网102的上表面102A在机器方向(如图1中的箭头A所示)上移动。在一些示例中,至少一个附加辊可以包括从动辊106,并且使成形网102旋转可以包括驱动从动辊106。在步骤620,提供包括第一和第二入口集管12、14以及多层流浆箱堰板出口42的多层流浆箱10,其中第一入口集管12位于第二入口集管14下方。在步骤630,将第一纤维的第一水性浆料20提供给第一入口集管12并且将第二纤维的第二水性浆料22提供给第二入口集管14,其中第一纤维的

平均长度大于第二纤维的平均长度(见图6)。

[0075] 方法可以在步骤640继续,在多层流浆箱堰板出口42的区域中合并第一和第二水性浆料20、22的流以限定离开多层流浆箱堰板出口42的射流44。在步骤650,合并仍分层的浆料20、22的射流44排放到成形网102的上表面102A上。合并浆料的射流44在成形网102上形成料幅46,其中比第二纤维更大百分比的第一纤维更靠近成形网102。在步骤660,使成形网102在横向于机器方向的方向上振动(见图4和5),由此使至少大量的第一纤维在偏离机器方向的方向上排列(见图6)。在步骤670,从料幅46形成纸产品(见图8),此后方法可以终止。通过该工艺制成的纸产品可以包括例如纸或纸板。

[0076] 在一些方面,该工艺可以还包括当第一和第二水性浆料20、22从第一和第二入口集管12、14移动到多层流浆箱堰板出口42的区域时保持第一和第二水性浆料20、22的流彼此分离。

[0077] 在一个示例中,在步骤660中使成形网102振动可以包括向与成形网102接触的纤维排列结构(例如,如图4所示的造纸机台摇摆装置200)施加振动运动。在另一示例中,在步骤660中使成形网102振动可以包括使胸辊104在大体上平行于胸辊104的轴线的方向上移动(例如,经由如图5中所示的胸辊摇摆装置300)。在另一示例中,可以振动成形网102以使大量的第一纤维在相对于机器方向在 >0 度且 ≤ 90 度之间延伸的方向上排列(见图6)。第一纤维可以相对于MD从 $+1$ 度到 $+90$ 度和从 -1 度到 -90 度排列,其中MD限定 0 度。这些范围包括其间的所有值和子范围,包括 $+5, +10, +15, +20, +25, +30, +35, +40, +45, +50, +55, +60, +65, +70, +75, +80$ 和 $+85$ 度以及 $-5, -10, -15, -20, -25, -30, -35, -40, -45, -50, -55, -60, -65, -70, -75, -80$ 和 -85 度。

[0078] 在其他方面,参考图2,多层流浆箱50还可以包括位于第二入口集管54上方的第三入口集管56,并且该工艺还可以包括:将第三纤维的第三水性浆料64提供给第三入口集管56;并且在多层流浆箱堰板出口92的区域中将第三水性浆料64的流与第一和第二水性浆料60、62的流合并以限定离开多层流浆箱堰板出口92的射流94(见图3)。在一些示例中,第三纤维的平均长度可以小于第一纤维的平均长度(见图6)。在其他示例中,第三纤维的平均长度可以等于或大于第一纤维的平均长度(见图6)。

[0079] 贯穿全文,范围用作描述范围内每个值(包括其中的所有子范围)的简写。

[0080] 尽管已经示出和描述了本发明的特定实施例,但是应当理解,在不脱离本发明的精神和范围的情况下,可以进行各种改变和修改。因此,意在在所附权利要求中覆盖在本发明的范围内的所有这样的改变和修改。

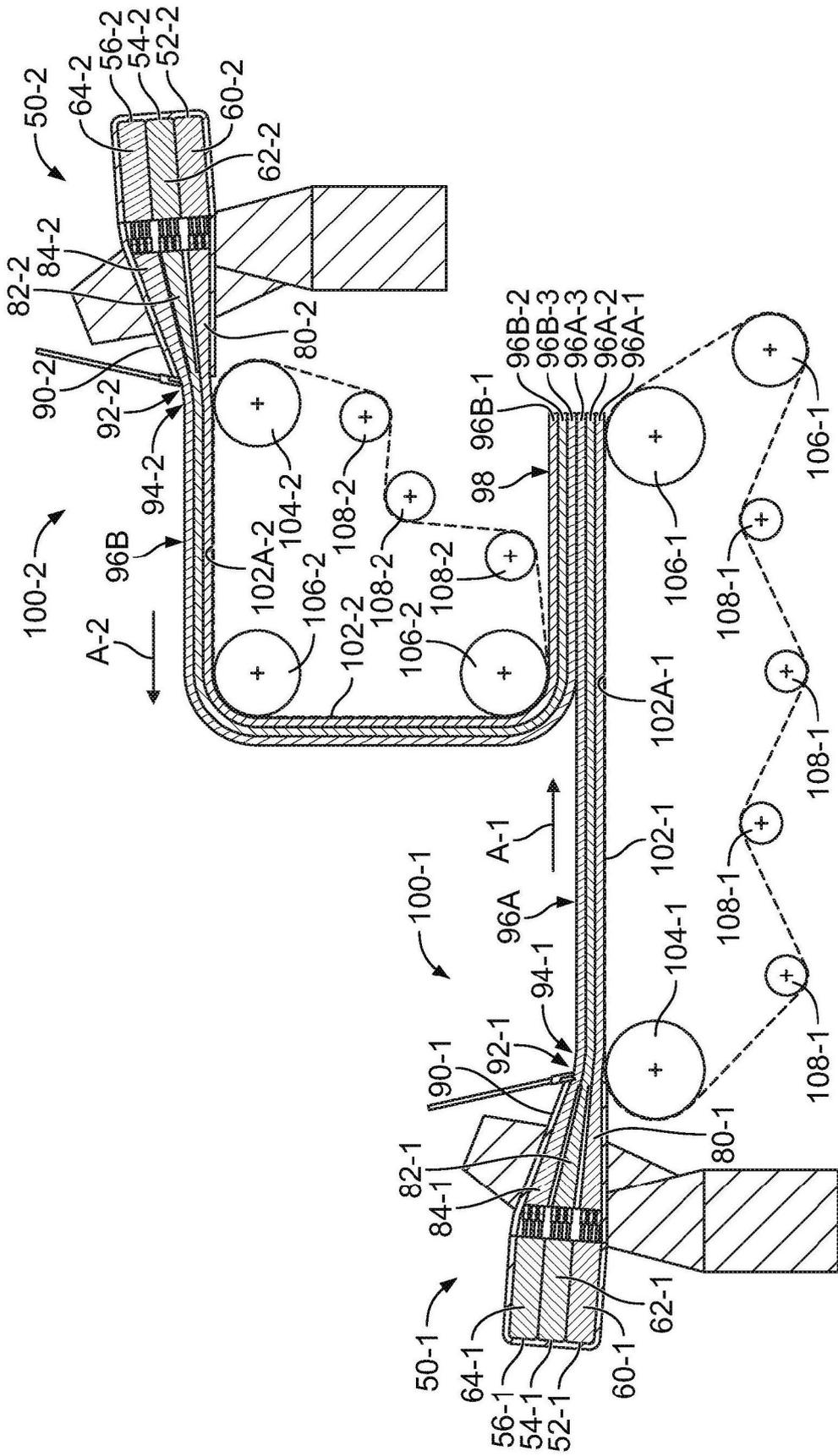


图3

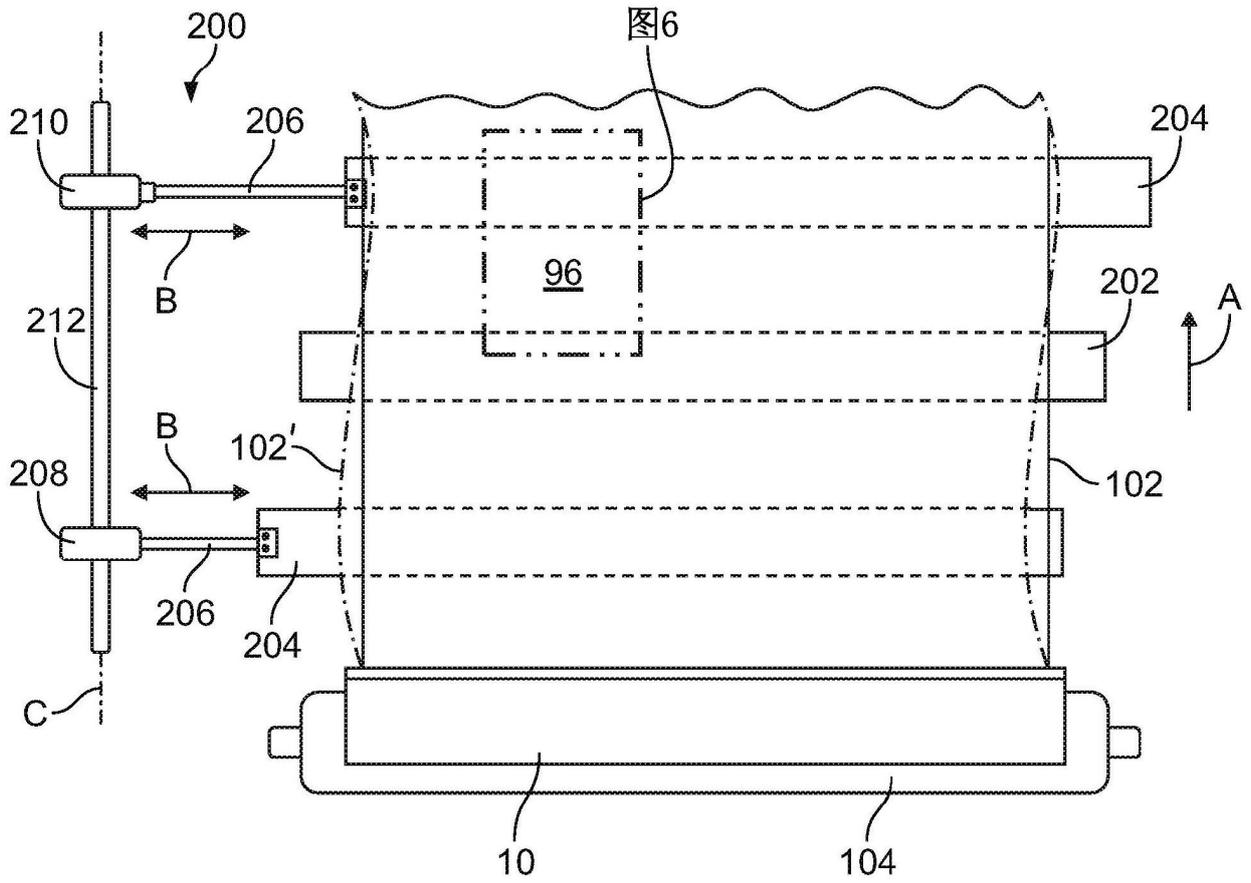


图4

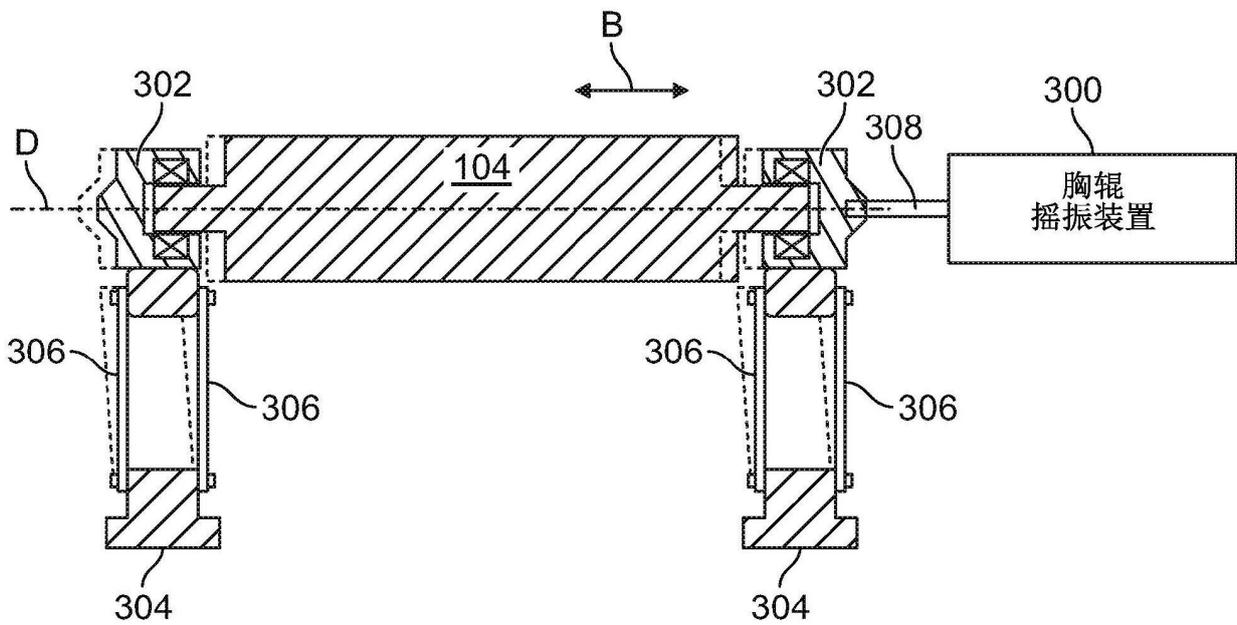


图5

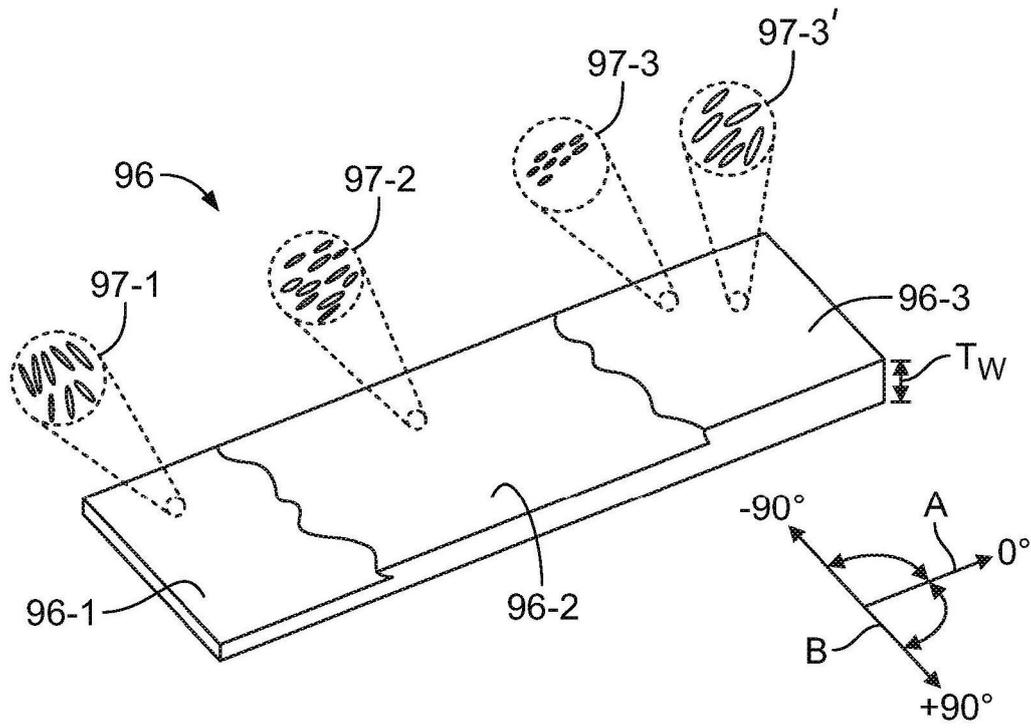


图6

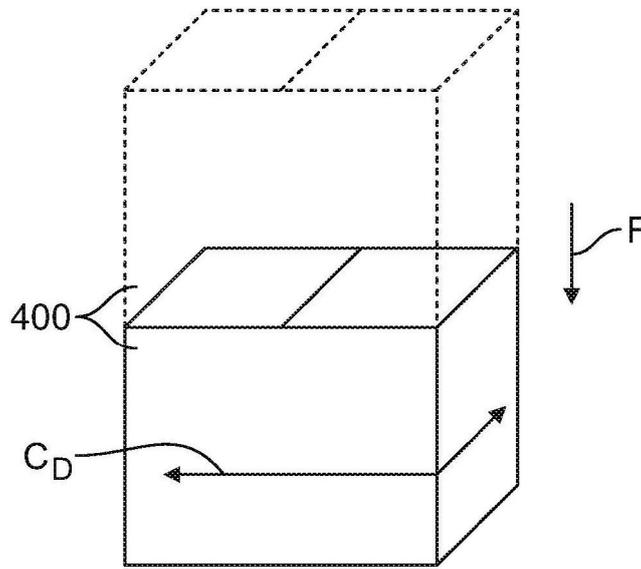


图7A

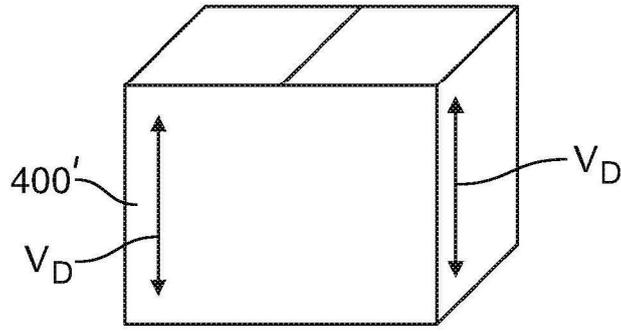


图7B

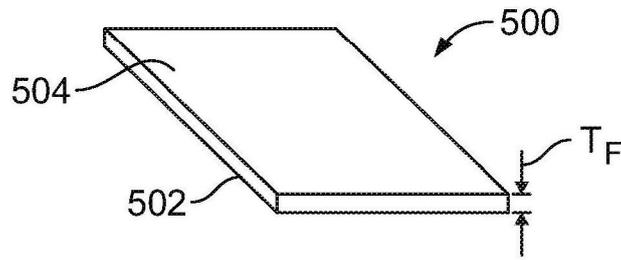


图8

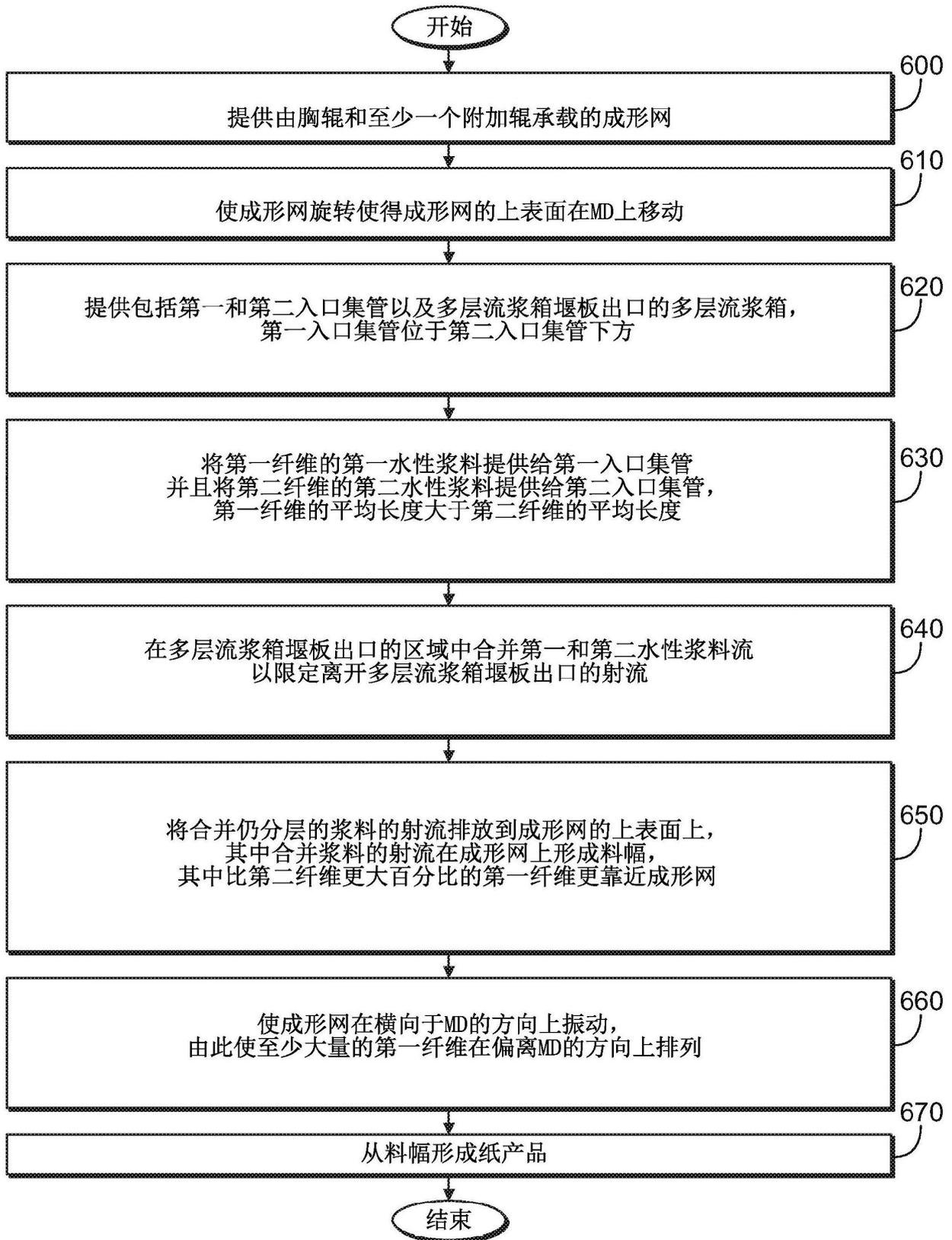


图9