



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 99811281.X

[45] 授权公告日 2004 年 2 月 11 日

[11] 授权公告号 CN 1138036C

[22] 申请日 1999.9.21 [21] 申请号 99811281.X

[30] 优先权

[32] 1998. 9. 30 [33] US [31] 09/165,888

[86] 国际申请 PCT/US99/21877 1999.9.21

[87] 国际公布 WO00/19014 英 2000.4.6

[85] 进入国家阶段日期 2001.3.23

[71] 专利权人 宝洁公司

地址 美国俄亥俄州

[72] 发明人 乔纳森·安德鲁·菲克 张炎平

肯尼思·道格拉斯·万松

审查员 祁建伟

[74] 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司

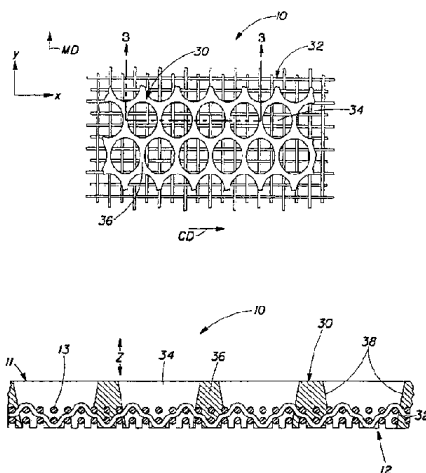
代理人 李悦

权利要求书 2 页 说明书 16 页 附图 8 页

[54] 发明名称 大厚度纸张以及生产所述纸张的造纸带

[57] 摘要

本发明披露了一种用于生产造纸纤维大厚度纸幅的造纸带以及由此生产的纸幅。所述造纸带包括：具有连续网络区域和许多排列在其上的独立的挠曲导管。确定挠曲导管大小，形状以及排列方式，以便使得沿导管周边的纤维挠曲最大化。导管大体上是椭圆形的，并且具有相对平均纤维长度确定大小的平均宽度。对导管进行排列以便使周边最大化并使每单位面积相应的纤维挠曲最大化。



1.一种具有纸幅接触表面和与所述纸幅接触表面相反的纸机接触表面的造纸带,其中所述纸幅接触表面用于传送平均纤维长度为 $\bar{L}$ 的造纸纤维的纸幅,所述造纸带包括:

具有在其上排列的构图骨架的增强结构,所述构图骨架包含连续的网状区域和许多独立的挠曲导管,所述挠曲导管被所述连续的网状区域彼此分隔开;所述挠曲导管具有曲线周边的椭圆形,平均宽度为 $\bar{W}$,其中 $\bar{L} < \bar{W} < 3\bar{L}$,纵横比从至少 1.0 至 2.0,以及最小曲率半径,其中最小曲率半径与平均宽度之比从至少 0.29 至 0.50。

2.权利要求 1 的造纸带,其中所述构图的骨架从所述增强结构向外伸出至少 0.005 英寸至 0.039 英寸的距离。

3.权利要求 1 的造纸带,其中挠曲导管倾斜 5° 至 10° 。

4.权利要求 1 的造纸带,其中所述的挠曲导管排列成六角形图案。

5.权利要求 4 的造纸带,其中连续的网络区域提供压节区域,其最小宽度从至少 0.007 英寸至 0.020 英寸。

6.权利要求 5 的造纸带,其中所述的压节面积为所述带纸幅接触表面的 25%至 50%。

7.权利要求 1 的造纸带,其中所述的挠曲导管包括长轴,并且所述带包括 X-Y 平面内的纵向,其中所述的长轴平行于所述纵向进行取向。

8.权利要求 1 的造纸带,其中所述挠曲导管包括长轴,并且所述带包括 X-Y 平面内的纵向,其中所述的长轴垂直于所述纵向进行取向。

9. 权利要求 1 的造纸带,其中所述挠曲导管纵横比范围在 1.3-1.7。

10.一种具有纸幅接触表面和与所述纸幅接触表面相反的纸机接触表面的造纸带,其中所述纸幅接触表面用于传送平均纤维长度为 $\bar{L}$ 的造纸纤维的纸幅,所述造纸带包括:

具有在其上排列的构图骨架的增强结构,所述构图骨架包含连续

的网状区域和许多独立的挠曲导管,所述挠曲导管被所述连续的网状区域彼此分隔开;所述挠曲导管具有成直线的包含侧壁部分的周边,它们将形成椭圆形,平均宽度为 W ,其中 $L < W < 3L$,纵横比从至少 1.0 至 2.0,相邻侧壁部分之间的夹角至少 120° 。

大厚度纸张以及生产所述纸张的造纸带

5

发明领域

本发明涉及用于制备低密度、柔软、吸收性纸产品的造纸机的造纸带以及由此生产的纸产品。更具体地，本发明涉及包含构图骨架和增强结构的造纸带以及由此生产的大厚度/低密度纸产品。

10

发明背景

纤维素纤维纸幅在本领域是熟知的。所述的纤维纸幅今天常用于毛巾纸，卫生纸，擦面纸，餐巾纸等。对于所述纸产品的大量需求，业已迫切需要所述产品改善的种类及其制备方法。

为了满足消费者的需要，纤维素纤维纸幅必须具有若干个特性。它们必须具有足够的抗张强度，以便防止结构在通常使用期间或者施加相当小拉伸力时被撕裂或撕碎。纤维素纤维纸幅必须是吸收性的，以致使液体可以迅速地被吸收并且完全地被纤维结构所保留。

抗张强度是纤维素纤维纸幅在使用期间保留其物理完整性的能力。抗张强度是纤维素纤维纸幅定量的函数。

20 吸收性是纤维素纤维纸幅能够吸引并保留住接触液体的性能。吸收性受纤维素纤维纸幅的密度影响。如果纸幅太致密，那么纤维之间的空隙可能会太小并且吸收速率对于预定的用途可能不够大。如果空隙太大，那么，由于表面张力的限制，接触液体的毛细管吸引作用将变得最小，将阻止液体被纤维素纤维纸幅保留。

25 另外，纸幅应当具有一定的柔软度，以致使在使用期间具有愉快的触感并且不粗糙。柔软度是纤维素纤维纸幅将特别希望的触感赋予使用者皮肤的能力。柔软度通常与纤维素纤维纸幅在垂直于其平面的方向上抗变形的能力成正比。

30 厚度是在一定机械压力下测量的纤维素纤维纸幅的表观厚度并且是定量和纸幅结构的函数。纤维素纤维纸幅的厚度将影响强度、吸收性、

以及柔软度。

纸产品的制备方法通常涉及：制备纤维素纤维的含水浆液，然后从浆液中除去水份，同时使纤维进行重排以便形成纸胚。能够采用不同种类的设备来帮助脱水。一种典型的制备方法采用长网造纸机，其中造纸浆液喂至运行着的无端带的表面上，在该带上使纤维进行起始的脱水和重排。

在起始成形之后，纸幅在另一称之为干燥织物、呈无端带状的织物上，通过干燥过程。所述干燥过程涉及对纸幅的机械压榨，真空脱水，穿透干燥，以及其它的过程。在干燥过程中，纸胚将具有纤维素纤维的排列和挠曲所产生的特定图案或形状。

US4,529,480(1985年7月16日授权于 Trokhan)介绍了一种造纸带,所述带包含有:被固化的光敏树脂骨架包围的多孔纺织部件。树脂骨架备有许多独立的、分离的称为挠曲导管的通道。由于在施加液压差时,造纸纤维将挠曲入导管内并在其中重排,因此,在该方法中使用的造纸带被称为挠曲部件。在造纸过程中使用这样的带,将给生产出的纸张提供这样的可能性,即所述纸张可能具有某些希望的强度、吸收性,和柔软度特性。

使用 US4,529,480 中公开的方法生产的纸张描述于 US4,637,859 (授权于 Trokhan)中,在此将其引入作为参考。该纸张的特征在于:具有分布在其表面上的两个物理上不同的区域。一个区域是具有相对高密度和高特性强度的连续网状区。另一个区域是由被网状区完全包围的许多圆顶组成的区。与网状区域相比,在后一区中的圆顶具有相对低的密度和相对低的特性强度。

圆顶是在造纸过程中纤维填充造纸带的挠曲导管时所产生的。当纸幅在干燥过程中被压缩时,挠曲导管将阻止在其中沉积的纤维被压实。因此,与纸幅的压实区域相比,圆顶更厚并且具有更低的密度和特性强度。结果是,纸幅的厚度受圆顶的特性强度所限制。

一旦造纸过程的干燥阶段结束,便完成了纤维的排列和挠曲。然而,取决于成品的种类,纸张可以通过另外的过程,如压光,施加柔软剂,以及进行转换。这些过程往往会把纸张的圆顶区压实并使厚度降低。因

此,生产具有两个物理上不同区域的大厚度成品纸产品时,需要在圆顶中形成具有抗机械压力的纤维素纤维结构。

当形成纤维素纤维纸幅时,纤维主要在纸幅的 X-Y 平面内取向,在 Z-方向提供可以忽略的刚性。一旦在 X-Y 平面内取向的纤维被机械压力压实,5 这些纤维将被压在一起,增加纸幅的密度,同时降低纸幅的厚度。在纸幅 Z-方向的取向纤维将增强纸幅 Z-方向的结构刚性以及其相应的抗机械压力性能。因此,在 Z-方向使纤维取向最大化将使纸幅的厚度最大化。

通过使纤维能沿挠曲导管的周边进行挠曲,挠曲导管提供了一种产生 Z-方向纤维取向的途径。总的纤维挠曲程度取决于:相对纤维长度挠曲10 导管的大小和形状。

大的挠曲导管使得较小的纤维能积累在导管的底部,这又将限制随后在其中沉积的纤维的挠曲。相反,小的挠曲导管使得较长的纤维能在导管开口处进行桥连,而造成最小的纤维挠曲。

另外,导管的形状也将影响纤维的挠曲。例如,由形成锐角或小半径15 的周边限定的挠曲导管将增加纤维发生桥连的潜在可能性,这将使纤维的挠曲最小化。能使纤维发生桥连的各种导管形状的例子,参见 US5,679,222 (1997 年 10 月 21 日授权于 Rasch 等人)。

因此,本发明提供一种造纸带,所述造纸带包括有:连续的网状区和许多独立的挠曲导管,所述挠曲导管的大小和形状使得纤维挠曲和相应20 的 Z-方向纤维取向变得最佳。

本发明还提供一种纸幅,所述纸幅包含:基本上连续的、宏观上基本单平面的网状区域和分布在网状区域中的许多独立的圆顶区域。确定所述圆顶区的大小和形状,以便得到最佳的厚度。

发明概要

25 本发明涉及一种造纸带,该带具有能产生低密度/大厚度纸幅的构图骨架;以及由此生产出的纸幅。所述造纸带包括有增强结构,该增强结构带有在其上排列的构图骨架。所述构图骨架包括:连续的网状区域和许多独立的挠曲导管,其中挠曲导管被连续的网状区彼此分开。

30 挠曲导管通常是椭圆形的并相对于平均纸幅纤维长度($\bar{L}$)来确定其大小,以致使导管的平均宽度 $\bar{W}$ 满足下列条件: $\bar{L} < \bar{W} < 3\bar{L}$ 。

挠曲导管的纵横比从至少约 1.0 至约 2.0 的范围内,并且具有最小的曲率半径,其中最小曲率半径与平均宽度的比值从至少约 0.29 至约 0.50。

挠曲导管可以以六角形图案进行排列,以便使每单位面积的导管能最大地集中,同时使连续网状区域的面积最小化。连续网状区域提供其宽度从至少约 0.007 英寸至约 0.020 英寸的压节区域。

在所述造纸带上生产的纸张包含:宏观基本上单平面的网状区域和被连续网状区域彼此分开的并在其中分布的许多独立的圆顶区域。所述圆顶具有先前所述的通常为椭圆形挠曲导管的形状和排列。

附图概述

10 根据下面的说明,所附的权利要求,以及附图,本发明的这些和其它的特征,方面和优点将变得更为清楚;其中:

图 1 是使用本发明造纸带的造纸机的一个实施方案的简略侧视图。

图 2 是本发明造纸带的部分顶视图,示出了连接增强结构并且具有挠曲导管椭圆形纸侧开口的骨架。

15 图 3 是沿线 3-3 截取的图 2 中示出的造纸带的部分垂直截面图。

图 4 是图 3 中示出的造纸带的部分垂直截面图,用于描述挠曲导管处桥连的纤维。

图 5 是图 3 中示出的造纸带的部分垂直截面图,用于描述在挠曲导管底部聚集的纤维。

20 图 6 是图 3 中示出的造纸带的部分垂直截面图,用于描述悬在挠曲导管开口处的纤维,以便阐明纤维的挠曲。

图 7 是图 3 中示出的造纸带的部分垂直截面图,用于描述在挠曲导管开口处桥连的纤维,以便阐明纤维的挠曲。

25 图 8a&8b 是具有小半径或锐角并易于使纤维造成桥连的导管形状的顶视图。

图 9 是具有成直线周边的椭圆形导管的简图。

图 10 是具有成曲线周边的椭圆形导管的简图。

图 11 是以六角形图案排列的挠曲导管的简略顶视图,其中长轴与造纸带的纵向平行地取向。

30 图 12 是以六角形图案排列的挠曲导管的简略顶视图,其中长轴与造纸

带的纵向成斜角取向。

图 13 是图 3 中示出的造纸带的部分垂直截面图,用于描述挠曲进入挠曲导管内的纤维并阐明导管宽度,导管 Z-方向高度,以及纸幅伸长率之间的关系。

- 5 图 14 是图 3 中示出的造纸带的部分垂直截面图,用于描述挠曲进入挠曲导管内的纤维并阐明纸幅挠曲角和形成压节/导管开口界面之间的关系。

图 15 是具有六角形图案排列圆顶的纸幅的简略顶视图。

图 16 是沿线 16--16 截取的图 15 中示出的纸幅,其部分垂直截面图。

- 10 发明详述

定义

在本发明中所使用的下列术语具有如下意义:

- 以 MD 表示的纵向是平行于纸幅通过造纸设备的方向。以 CD 表示的横向是与纵向在 X-Y 平面内相垂直的方向。区域中心是在挠曲导管内的一个点,该点与物质薄的均匀分布的质量中心一致,所述物质被挠曲导管的周边所包围。长轴是横跨导管区域中心并且连接导管周界两个点的最长轴。短轴是横跨导管区域中心并且连接导管周界两个点的最短轴或最短宽度。纵横比是长轴长度与短轴长度的比值。导管的平均宽度是通过导管区域中心并连接其周界两个点所画的直线的平均长度。曲率半径是在曲线上某一点处的曲率瞬间半径。曲线涉及弯曲线。直线涉及直的线。Z-方向高度是从增强结构的面朝纸张面伸出的树脂骨架部分。平均纤维长度是加权平均纤维长度。
- 15 20

本说明书包含本发明造纸带(1)的详细说明和本发明的成品纸产品(2)。

- 25 (1)造纸带

- 在图 1 简要说明的举例性造纸机中,本发明的造纸带取无端带的形状,即造纸带 10。造纸带 10 有纸张接触侧 11 和与纸张接触侧 11 相反的背侧 12。造纸带 10 在纸幅成形的各个阶段(纸胚 27 和中间纸幅 29)携带纸幅(或“纤维幅”)。纸胚的成形方法描述于许多参考文献中,如
- 30 US3,301,746(1974 年 1 月 31 日授权于 Sanford 和 Sisson)和

US3,994,771(1976年11月30日授权于Morgan和Rich),在此将其引入作为参考。造纸带10沿箭头B指示的方向绕转向辊19a和19,压印辊20,转向辊19c,19d,19e,19f,和乳液分布辊21运行。造纸带10运行的循环包括有:施加液压差至纸胚27上的装置,如真空引纸瓦(PUS)24a和多缝真空箱24。在图1中,造纸带10还绕预干燥器如通风干燥器26运行,并在压印辊20和扬克式烘缸28形成的压区之间通过。

尽管本发明造纸带的优选实施方案呈无端带10的形状,但也能包括许多其它的形状,它们包括例如:供制备手抄纸用的固定板或供各种连续方法用的旋转鼓。与为实施所要求保护的本发明造纸带所取的物理形状无关,它通常具有列于下面的某些物理特性。本发明的造纸带10可以根据普通转让的US5,334,289(以Trokhan等人的名义出版)来制备,在此将其引入作为参考。

如图2所示,本发明的造纸带10包含两个主要部件:骨架30和增强结构32。骨架30优选包含弯曲的光敏聚合树脂。骨架30和带10具有限定带10的纸张接触侧11的第一表面11和与在其上使用带10的造纸机取向的相反的第二表面12。

在此使用的X,Y和Z方向是笛卡儿坐标系中与本发明造纸带10(或排列在带上的纸幅27)有关的取向。根据本发明的造纸带10在宏观上是单平面的。造纸带10的平面限定其X-Y方向。与X-Y方向和造纸带10的平面垂直的是带10的Z-方向。同样地,根据本发明的纸幅27可以认为在宏观上是单平面的并且位于X-Y平面内。与X-Y方向和造纸带10的平面垂直的是纸幅27的Z-方向。

优选的是,骨架30限定预定的图案并提供压节区域36,所述压节区域将同样的图案压印至本发明的纸幅27上。特别优选的骨架30的图案是基本连续的网状区。如果将优选的基本连续的网状图案选作骨架30的话,独立的挠曲导管34将在带10的第一表面11和第二表面12之间延伸。基本连续的网将包围并限定挠曲导管34。

骨架30将与骨架30相对应的图案印至承载于其上的纸幅27上。在带10和纸幅27通过具有足以产生压印的间隙的两个刚性表面之间的任何时间将产生压印。压印通常在两个辊之间的压区中产生,最为通常的

是,当带 10 将纸张转移至扬克式烘缸 28 上时产生压印。压印是骨架 30 将纸幅 27 压在压辊 20 上所产生的。

带 10 的第一表面 11 接触载在其上的纸幅 27。在造纸期间,带 10 的第一表面可将图案压印至纸幅 27 上,该图案与骨架 30 的图案相对应。

5 带 10 的第二表面 12 是带 10 的纸机接触表面。第二表面可以由其中有通道的背侧网制得,所述通道与挠曲导管 34 不同。所述通道在带 10 第二表面背侧的组织中提供不规则性。通道允许空气透过带 10 的 X-Y 平面,渗透不需要在通过带 10 挠曲导管 34 的 Z-方向流动。引入所述背侧组织的带 10 可以根据下面任一普通转让的美国专利来制
10 备:US5,098,522(1992 年 3 月 24 日授权于 Smurkoski 等人);US 5,364,504(1994 年 11 月 15 日授权于 Smurkoski 等人);和 US5,260,171 (1993 年 11 月 9 日授权于 Smurkoski 等人);在此将其引入作为参考。

本发明造纸带 10 的第二个主要部件是增强结构 32。增强结构 32 与骨架 30 一样具有第一表面或面朝纸张表面 13 和与面朝纸张表面相反的第二表面或面朝纸机表面 12。增强结构 32 主要排列在带 10 的相对表面之间并且可具有与带 10 的背侧一致的表面。增强结构 32 给骨架 30 提供支
15 承。正如现有技术中熟知的那样,增强部件通常是纺织物。与挠曲导管 34 对准的增强结构 32 的这些部分将阻止造纸中使用的纤维完全通过挠曲导管 34 并借此降低针孔的出现。如果不希望将纺织物用作增强结构 32,
20 那么,非纺元件,筛网,编网,或其上有许多孔的板可以给本发明的骨架 30 提供足够的强度和支承。

如图 3 所示,骨架 30 与增强结构 32 连接。骨架 30 由增强结构 32 的面朝纸张侧 13 向外延伸。增强结构 32 增强树脂骨架 30 并具有适当的投影开口面积,以便在造纸过程中使用的真空脱水设备能充分地发挥其从纸胚
25 27 中进行脱水的作用,以及使得从纸胚 27 中脱除的水份能通过造纸带 10。

本发明的造纸带 10 可根据下列任一普通转让的美国专利来制备:US4,514,345(1985 年 4 月 30 日授权于 Johnson 等人);US4,528,239 (1985 年 7 月 9 日授权于 Trokhan);US5,098,522(1992 年 3 月 24 日授
30 权);US5,260,171(1993 年 11 月 9 日授权于 Smurkoski 等人);US5,275,

700(1994年1月4日授权于 Trokhan);US5,328,565(1994年7月12日授权于 Rasch 等人);US5,334,289(1994年8月2日授权于 Trokhan 等人);US5,431,786(1995年7月11日授权于 Rasch 等人);US5,496,624 (1996年3月5日授权于 Stelljes,Jr.等人);US5,500,277(1996年3月19日授权于 Trokhan 等人);US5,514,523(1996年5月7日授权于 Trokhan 等人);US5,554,467(1996年9月10日授权于 Trokhan 等人);US5,566,724(1996年10月22日授权于 Trokhan 等人);US5,624,790(1997年4月29日授权于 Trokhan 等人);US5,628,876(1997年5月13日授权于 Ayers 等人);US5,679,22(1997年10月21日授权于 Rasch 等人);和 US 5,714,041(1998年2月3日授权于 Ayers 等人);在此将这些出版物引入作为参考。

生产具有特定厚度纸幅的能力是纸幅厚度的函数。厚度是在一定机械压力下测量的纤维素纤维纸幅的表观密度。所述厚度是纸幅定量和纸幅结构的函数。定量是3000平方英尺纸张的磅数。纸幅结构涉及组成纸幅 27 的纤维的取向和密度。

组成纸幅 27 的纤维通常在 X-Y 平面内取向并在 Z-方向提供最小的结构支承。因此,当纸幅 27 被构图的骨架 30 压缩时,纸幅 27 被压实,并由此产生降低厚度的、构图的、高密度区域。相反,复盖挠曲导管 34 的纸幅 27 部分不被压实,并因此产生更厚的、低密度区域。

称为圆顶区的低密度区,赋予纸幅 27 以表观密度。由于组成通常圆顶的纤维主要在纸幅 27 的 X-Y 平面内取向,因此,纤维将提供忽略不计的 Z-方向支承。因此,在随后的造纸操作期间,圆顶极易变形并且降低厚度。因此,纸幅 27 的厚度通常受圆顶经受机械压力的能力所限制。

然而,挠曲导管 34 给沿周界 38 的 Z-方向上的挠曲纤维了提供一工具。纤维的挠曲产生了包含 Z-方向成份的纤维取向。这样的纤维取向不仅将产生表观厚度,而且还将在 Z-方向上提供一定量的结构刚性,这将有助于纸幅 27 在整个造纸过程中持续的厚度。因此,对于本发明,对挠曲导管 34 确定大小和形状,以便使沿周界 38 纤维的挠曲最大化。

当纤维 50 挠曲进入挠曲导管 34 中时,纸胚 27 便开始脱水。脱水将使得纤维的可动性降低,这往往使纤维在挠曲和重排之后固定在某一位置。

纤维挠曲进入挠曲导管 34 中可通过施加不同的液压至纸胚 27 上而产生。施加不同压力的一种优选的方法是：通过挠曲导管 34 使纸胚 27 暴露至真空中。在图 1 中,借助使用引纸瓦 24 而阐明所述的优选方法。

不被理论束服,据信,纸胚 27 中的纤维相对于挠曲导管 34 的重排通常取两种形式之一,这取决于包括纤维长度在内的许多因素。正如在图 4 中简略示出的那样,较长纤维 50 的两端可限制在压节 36 的顶上,使得纤维 50 的中间部分弯曲进入导管 34 中,而不被完全挠曲。因此,将发生挠曲导管 34 的“桥连”。另外,如图 5 所示,纤维 50(主要是短纤维)实际上完全沉入导管 34 中,几乎没有挠曲,这将产生一堆在导管内的纤维 50 并且使随后沉积在导管 34 中或沉积在其周围的纤维的挠曲最小化。

纤维挠曲是纸幅抗弯曲的函数。纸幅弯曲挺度越高,抗挠曲性就越大。纸幅的弯曲挺度被两个因素支配:(1)个别纤维的弯曲挺度;和(2)纤维和纤维间的结合强度。然而,在引纸瓦 24a 处的纸幅是湿的,并且由于纸幅中存在大量的水份,纤维与纤维间的键并没有很好建立。因此支配因素就是个别纤维的挺度。纤维越挺硬,挠曲程度就越小。

尽管纤维的挠曲取决于纤维 50 的固有挺度,但挠曲幅度主要由纤维 50 是否具有足以横跨导管 34 的宽度所确定。图 6 和图 7 示出了两种可能的纤维挠曲方案。在图 6 中,纤维 50 固定在位置 A 处并成直线地伸在导管 34 的开口处。当该纤维 50 经受均匀的负载,如真空时,结果将在位置 A 处发生高度的弯曲运动并挠曲至位置 B,其由下式限定:

$$f_B = FL^3/8EI \quad (1)$$

式中, f_B 为位置 B 处的挠曲;F 为均匀分布在纤维长度上的力;L 为由支承位置算起纤维的长度;E 为弹性模量;I 为惯性运动。

在图 7 中,纤维部分 50 比导管宽度长,产生了两个固定位置 A 和 B。如果纤维部分 50 经历相同的真空,那么,在位置 A 和 B 处的支承力将引起偏移弯曲运动,从而使纤维挠曲至位置 C,其由下式限定:

$$f_C = FL^3/384EI \quad (2)$$

式中 f_C 为位置 C 处的挠曲

假定图 6 和图 7 中所示的纤维,其 F,L,E,和 I 相同,很明显的是,纤维挠曲 f_B 是纤维挠曲 f_C 的 48 倍。

$$f_b = 48f_c \quad (3)$$

因此,借助确定使纤维桥连的出现最小化的挠曲导管 34 的大小,能增强纤维的挠曲。然而,导管的大小还受能在导管中积累的配料中的细小纤维的数量限制,并因此将抑制长纤维在其中的挠曲。

5 配料通常包括阔叶木和针叶木。阔叶木纤维的例子是桉树(EUC),而针叶木纤维的例子是北方针叶木硫酸盐纤维(NSK)。举例性的配料包含: 30%重量的针叶木纤维和 70%重量的阔叶木纤维。由于针叶木的平均纤维长度为阔叶木纤维平均长度的三倍,因此根据针叶木纤维平均长度确定的挠曲导管,将使得其中极易积累较短的阔叶木纤维,由此限制了更
10 长纤维的挠曲。因此,优选的是,根据配料的平均纤维长度 L 来确定导管的宽度 W ,其中:

$$W \geq \bar{L} \quad (4)$$

对于本发明,平均纤维长度为由下式确定的加权平均纤维长度:

$$L = \sum n_i \bar{L}_i^2 / \sum n_i \bar{L}_i \quad (5)$$

15 式中 L_i 为 i 类纤维的平均长度; n_i 为 i 类中测量的纤维数量。

本发明的加权平均纤维长度约为 0.043 英寸。

如图 9 和 10 中所示,导管 34 可以取具有可变或恒定宽度的许多不同的形状。具有可变宽度的导管形状由长轴 40,短轴 42,以及平均宽度 46 来确定。如定义所述,长轴 40 是横跨导管区域中心的最长轴或最长宽度;
20 短轴 42 是横跨导管区域中心的最短宽度;而平均宽度 46 是横跨导管区域中心的平均宽度。

借助首先测量一线的长度而确定平均宽度 46,所述线划过连接导管周界上两个点,在 CD 方向的区域中心。测量相对于 CD 方向,以 $\Delta\theta$ 角增量 (如从 0° 至 165° 范围内 15° 或更小的增量,其中 0° 表示 CD 方向)取向的类
25 似线的长度,并取平均值,以便确定平均宽度。

由于纤维桥连绝大部分可能沿短轴 42 发生,因此,优选根据平均纤维长度 $\bar{L}$ 确定最小导管 34 宽度,以致使:

$$W_{\min} \geq \bar{L} \quad (6)$$

因此,对于本发明,优选的最小导管宽度至少约 0.043 英寸。

30 由于较短纤维的积累会沿导管的长轴和短轴 40,42 发生,因此,很难确

定使纤维积累最小化,纤维挠曲最大化,长轴和短轴 40,42 的上限。然而,对于本发明,业已发现,以平均宽度 46 落入平均纤维长度 $\bar{L}$ 和三倍平均纤维长度 $3\bar{L}$ 的范围来确定导管 34 的大小,将使厚度最大化。

$$\bar{L} < \bar{W} < 3\bar{L}$$

- 5 因此,对于本发明,优选以约 0.043 英寸至约 0.129 英寸的平均导管宽度来确定导管的大小。

纸幅 27 接近二维纤维网。理想的纤维网包括:无规分布的纤维,其中纤维的取向不偏向特定的方向。对于所述理想的网,平均纤维长度 $\bar{L}$ 在所有方向上是相同的。

- 10 然而,纤维网通常排列在这样的纸幅中,其中具有特定方向偏向的纤维取向。对于这种偏向的网,平均纤维长度将相对于纸幅 27 的 X-Y 平面内成角度的取向而改变。理论上,这样的平均纤维长度表示为 $\bar{L}_\theta$,其中:

$$\bar{L}_\theta = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n L_{\theta_i} \quad (7)$$

- 15 θ =相对于 CD 在 X-Y 平面内成角度的取向

L_{θ_i} =在 X-Y 平面内成角度 θ 取向时纤维部分的长度。

$\bar{L}_\theta$ =在 X-Y 平面内成角度 θ 取向时的平均纤维长度。

n =在 X-Y 平面内成角度 θ 取向时测量的纤维数量。

对于本发明,组成二维纤维网的纤维 50 主要在纵向 MD 进行取向。

- 20 因此,在纵向的平均纤维长度大于横向 C D 的平均纤维长度。

$$\overline{L_{MD}} > \overline{L_{CD}} \quad (8)$$

根据方程式 4, 由此得出:

$$W_{MD} > W_{CD} \quad (9)$$

- 25 因此,如图 11 所示,优选使导管 34 取向,以致使长轴 40 平行于带的纵向。然而,由于纤维的取向通常偏向 MD,因此,本领域普通技术人员将知道的是,长轴 40 也可以斜向进行取向,如图 12 所示,斜线由相对于 MD 成 $22.5^\circ \pm 22.5^\circ$ 取向的角 54 限定。

- 30 导管的形状根据纵横比 R_A 确定,纵横比被定义为长轴 40 与短轴 42 之比。为使纤维的挠曲最大化,由方程式(8)&(9)可以得出,纵横比 R_A 由下

式确定:

$$R_A = \frac{\overline{L_{MD}}}{\overline{L_{CD}}} = \frac{W_{MD}}{W_{CD}} \quad (10)$$

- 5 然而,对于纤维刚好挠曲进入挠曲导管 34 中之前的纸幅状态而言,在 X-Y 平面内测量纸幅特定方向上的平均纤维长度,这是不实际的。因此,对于提供最大纤维挠曲的导管形状,为了确定优选的纵横比 R_A ,需要考虑纸幅的内在物理性能,该性能是纤维长度的函数。

- 纸幅 27 的物理性能主要受纸幅 27 的 X-Y 平面内纤维的取向所影响。
10 例如,具有偏向 MD 纤维取向的纸幅 27 将具有比 CD 更高的 MD 抗张强度,比 MD 更高的 CD 伸长率,和比 CD 更高的 MD 弯曲挺度。

除纤维取向以外,纸幅的抗张强度与 X-Y 平面内特定方向取向的纤维的相应长度成正比。因此,在 MD 和 CD 中纸幅的抗张强度与 MD 和 CD 中的平均纤维长度成正比。

- 15 $T_{MD,CD}(\text{抗张强度}) \propto \overline{L_{MD,CD}} \quad (11)$

因此,根据方程式 8,可以得出:

$$T_{MD} > T_{CD} \quad (12)$$

此外,通过将 T_{MD}/T_{CD} 替换方程式 10 中的 $\overline{L_{MD}}/\overline{L_{CD}}$,限定导管形状的纵横比 R_A 表示为:

20

$$R_A = \frac{T_{MD}}{T_{CD}} = \frac{W_{MD}}{W_{CD}} \quad (13)$$

- 在 MD 和 CD 方向纸幅 27 的抗张强度,利用 Thwing-Albert Instrument Co.(Philadelphia,PA)制造的 Thwing-Albert Intelect II 标准抗张强度测试
25 仪来测量。因此,提供最佳纤维挠曲和相应厚度的优选导管形状具有从 1 至约 2 的纵横比。更优选的形状具有从约 1.3 至 1.7 的纵横比。最优选的形状具有从 1.4 至 1.6 的纵横比。

- 挠曲导管 34 的形状不仅对于横跨导管宽度上纤维桥连的最小化有很大的影响,而且对于沿导管壁周界 38 纤维桥连的最小化也有很大的影
30 响。形成小半径或锐角的导管壁将给纤维的桥连提供额外的位置。为此,

将不宜导管形状的例子示于图 8a&8b 中。

如图 9 和 10 中所示,本发明优选的导管形状是大体上椭圆形的形状,它们包括但不局限于:圆形,椭圆形,以及六边形或更多边的多边形。图 9 阐明了:包含单独壁部分 44,具有成直线周边的椭圆形导管。对于这样的导管形状,沿周边的纤维桥连借助在相邻壁部分之间提供至少约 120°的夹角而变得最小。

图 10 阐明了:具有凹向导管中心的曲线周边的椭圆形导管。曲线周边包括最小的曲率半径 48。同样地,沿周边的纤维桥连借助限定其形状而变得最小化,限定形状以最小曲率半径 48 与平均导管宽度之比至少为 0.29 并且不大于 0.50 为准。

$$0.29 \leq \frac{r_{\text{最小曲率}}}{W} \leq 0.50 \quad (14)$$

如图 13 所示,理想地,压节 36 顶上的纸幅 27 将经受零伸长,而在导管 34 上方,纸幅将完全挠曲至其中,经验平均伸长率为 ϵ ,其中:

$$\epsilon \approx \frac{2OB}{W} \quad (15)$$

ϵ =平均伸长率

20 OB=Z-方向高度

W=导管宽度。

当纸幅断裂时确定临界伸长率。如果伸长率大于纸幅 27 的临界伸长率,那么,网将破坏,并在纸幅中产生针孔。纸幅 27 的临界伸长率取决于网的性能,如纤维长度和纤维取向。由于在引纸瓦处纸幅是湿的并且纤维与纤维间的键并没有很好建立,因此,纤维间的结合在临界伸长率方面不起作用。

纸幅 27 挠曲进入导管 34 中的总距离取决于 Z-方向的高度 60。由于纸幅的临界伸长率与 OB60 成正比,因此可以得出的是,OB 受纸幅 27 的临界伸长率所限制。因此,根据方程式 15,OB60 的合理范围表达如下:

30

$$OB \leq \frac{\epsilon_{\text{临界}}}{2} W \quad (16)$$

5 临界伸长率 $\epsilon_{\text{临界}}$ 是纤维长度、纤维取向和定量的复杂函数。定性地，当纤维长度和 / 或定量增加时，临界伸长率将增加。对于本发明，最大纸幅挠曲优选的 Z-方向高度 60 从至少约 0.005 英寸至约 0.039 英寸的范围内。

另外，纸幅在挠曲导管中的总挠曲主要由构图骨架的压节/导管界面形成的角度确定。纸幅挠曲角度 62 定义为在压节/导管界面处纸幅相对于 Z-
10 方向的角度。纸幅挠曲的说明示于图 14 中。积累在压节/导管界面处的纤维 50 具有 Z-方向成份的取向，这使之能提供能够经受外部压缩力的支承结构。在压节 / 导管界面处平行于 Z-方向取向的纤维将提供最大的支承。然而，由于纸幅 27 并不是无限柔韧的，因此它不能完全顺从导管 34 的轮廓。此外，由于制备上的限制，挠曲导管是倾斜的，在压节 / 导管
15 界面处形成一树脂角 64。由于角 62 不能小于树脂角 64，因此，树脂角 64 另外还限制纸幅的挠曲。对于本发明，树脂角优选在 5°和 10°之间倾斜。纸幅挠曲角通常从约 20°至约 50°。

由于在不同过程中施加至纸张上的外力是由对压节/凹穴界面处纤维的支承力起作用的，因此，在该区域中纤维数量越多，支承力及相应的厚度
20 就越大。通过使界面的总周边 38 最大化，能够最优化过渡界面中纤维 50 的数量。这相当于使每单位面积挠曲导管 34 的数量最大化或使压节面积 36 的百分比最小化。理论上，导管 34 能够最大限度地组合。然而，如图 11 和 12 所示，分开导管 34 的压节 36 需要有最小宽度 52，以便使树脂能牢固地粘结至辅助层 32 上。对于本发明，优选的最小宽度 52 至少从约 0.007
25 英寸至约 0.020 英寸。优选地，所述的压节面积为所述带纸幅接触表面的约 25%至约 50%。

此外，通过更为有效的排列组合导管 34，能够使每单位面积的导管数量最大化。导管 34 优选的排列方式是如图 11 和 12 中所示的形成六角形图案。

30 (2)纸张

本发明的纸张 80 有两个主要区域。第一区域包含对着带 10 的骨架 30

进行压印的压印区域 82。压印区域 82 优选包含:基本上连续的网络。纸张 80 的第一区域的连续网络 82 在带 30 的基本连续的骨架 30 上形成,并且在几何构形上通常与之相对应,而且在造纸期间非常紧密地排列。

纤维 80 的第二区域包含许多分散在整个压印网络区域 82 的圆顶 84。

- 5 圆顶 84 在几何构形上通常与带 10 中的挠曲导管 34 对应,并且在造纸期间定位于挠曲导管 34 处。在造纸过程中通过与挠曲导管 34 的一致,圆顶 84 中的纤维将在骨架 30 的面朝纸张表面和增强结构 32 的面朝纸张表面之间,在 Z-方向发生挠曲。因此,圆顶 84 将从纸张 80 基本连续的网络区域 82 向外突出。圆顶 84 优选是独立的,被连续的网络区域 82 彼此分开。
- 10 不被理论束服,据信,纸张 80 的圆顶 84 和基本连续的网络区域 82 通常可以具有相等定量。通过使圆顶 84 挠曲进入挠曲导管 34 中,相对于基本连续的网络区域 82 的密度,圆顶 84 的密度将增加。此外,基本连续的网络区域 82(或可以选择的其它图案)随后可以进行压印,如对着扬克式烘缸进行压印。相对于圆顶 84 的密度而言,这样的压印将增加基本连续的网络区域 82 的密度。得到的纸张 80,随后可以按照本领域熟知的方法进行压花。
- 15

本发明的纸张 80 可以根据下列普通转让的美国专利来制备:US4,529,480(1985 年 7 月 16 日授权于 Trokhan);US4,637,859(1987 年 1 月 20 日授权于 Trokhan);US5,364,504(1994 年 11 月 15 日授权于 Smurkoski 等人);和 US5,529,664(1996 年 6 月 25 日授权于 Trokhan 等人);以及 US5,679,222(1997 年 10 月 21 日授权于 Rasch 等人);在此将其引入作为参考。

20

在 X-Y 平面内圆顶 84 的形状包括但不限于:圆形,椭圆形,以及六边或更多边的多边形。优选的是,圆顶 84 通常为包含成直线周边或曲线周边 86 的椭圆形。曲线周边 86 包含最小曲率半径,以致使最小曲率半径与圆顶平均宽度之比从至少约 0.29 至约 0.50。成直线周边 86 可以包含许多侧壁部分,其中在侧壁部分之间的夹角至少约 120°。

25

提供大厚度的纸张 80 需要纸幅中每单位面积 Z-方向纤维的数量最大化。绝大多数 Z-方向纤维沿其中纤维发生挠曲的圆顶 84 的周边 86 进行取向。因此,Z-方向纤维的取向以及相应的纸幅厚度主要取决于每单位

30

面积圆顶的数量。

如图 15 所示,通过使相邻圆顶之间的距离最小化而使每单位面积圆顶 84 的数量最大化,这可通过将圆顶排列成有效的图案而实现。对于本发明,圆顶 84 之间优选的最小距离至少约 0.007 英寸,并且不大于 0.020 英寸。圆顶 84 的优选排列方式是形成六边形图案。

纸张 80 每单位面积的圆顶 84 的数量主要取决于先前所述的挠曲导管的大小和形状。对于本发明,圆顶 84 优选的平均宽度至少约 0.043 英寸并且小于约 0.129 英寸。圆顶优选的大体上椭圆形,其纵横比从 1 至约 2。更优选的大体上椭圆形其纵横比从约 1.3-1.7。最优选的大体上椭圆形,其纵横比从 1.4-1.6。

纸幅的厚度通常利用直径为 2 英寸的冲压脚,在 3 秒停留时间之后,在 95 克/英寸² 的压力下测量。利用 Thwing-Albert Instrument Co.(Philadelphia,PA)制造的 89-100 型 Thwing-Albert 厚度测试仪来测量厚度。厚度是在 TAPPI 温度和湿度条件测量的。

对于本发明针对包含两层的纸幅测量其厚度。两层纸幅的厚度优选在 20 密耳和 40 密耳之间。更优选的是,两层纸幅的厚度在 38 密耳和 46 密耳之间。最优选的是,两层纸幅的厚度在 25 密耳和 30 密耳之间。

尽管已阐明并描述了本发明特定的实施方案,但对于本领域熟知技术人员而言,显而易见的是,在不脱离本发明的精神和范围下,能够作出各种改变和改进。打算在所附的权利要求书中包括本发明范围内的所有改变和改进。

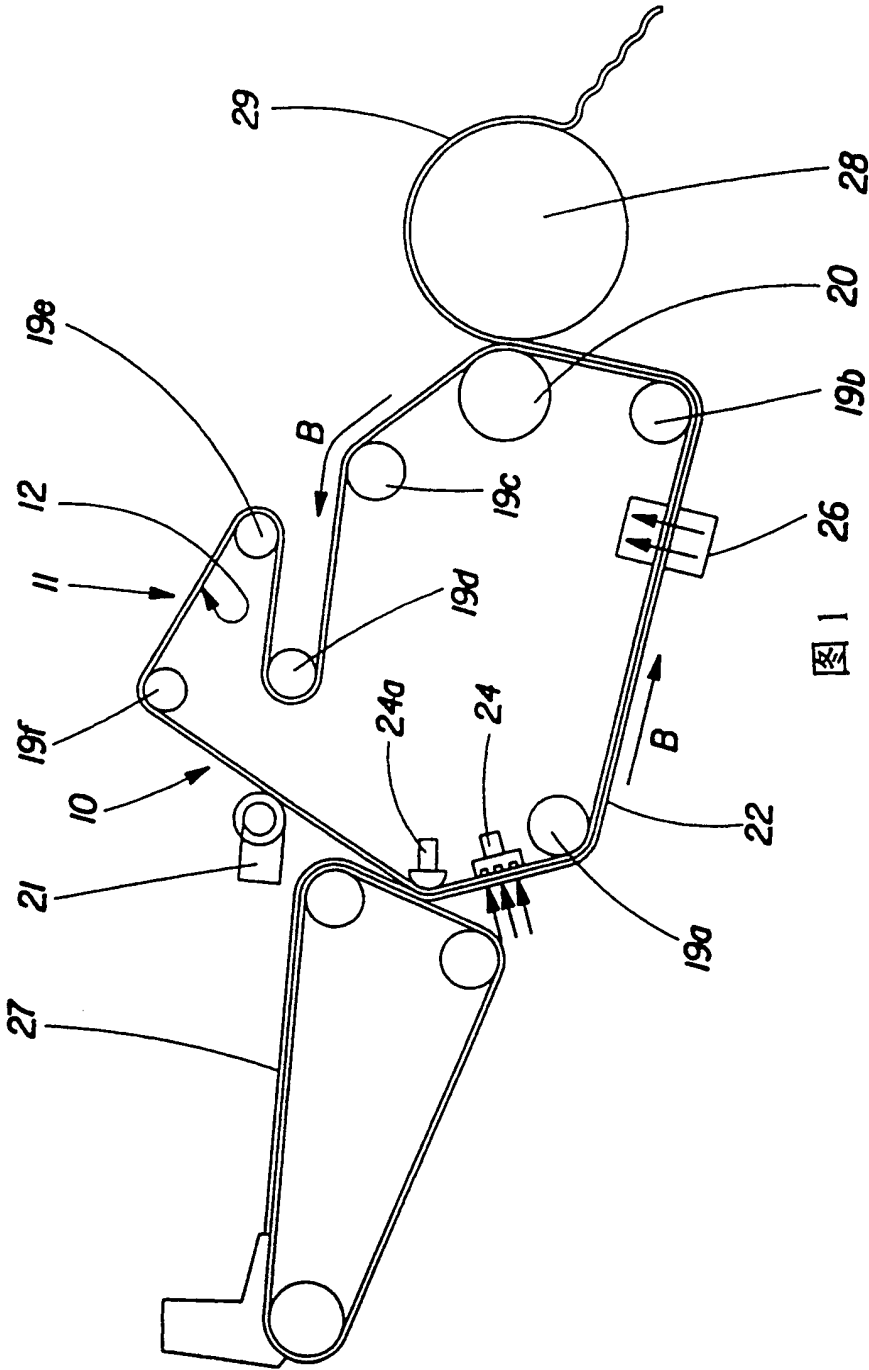


图 1

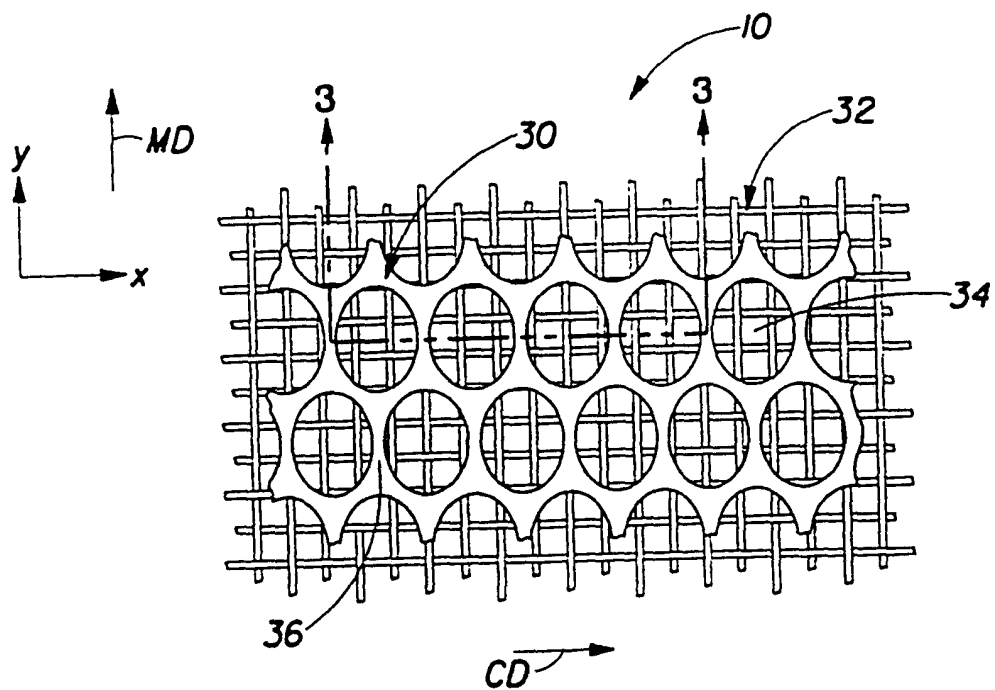


图 2

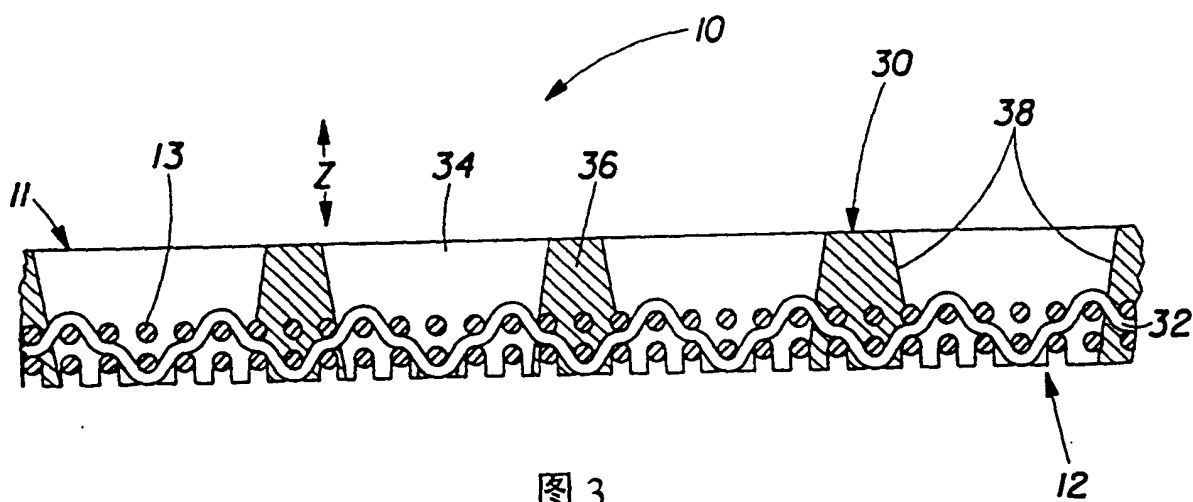


图 3

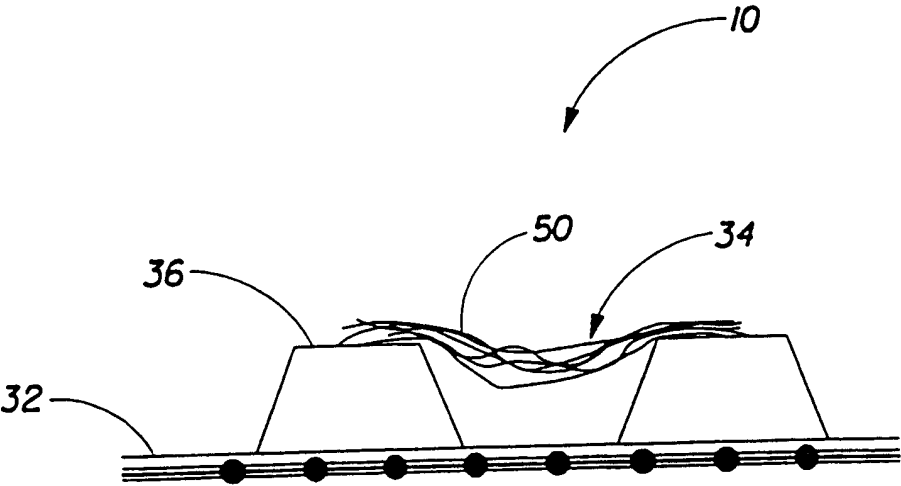


图 4

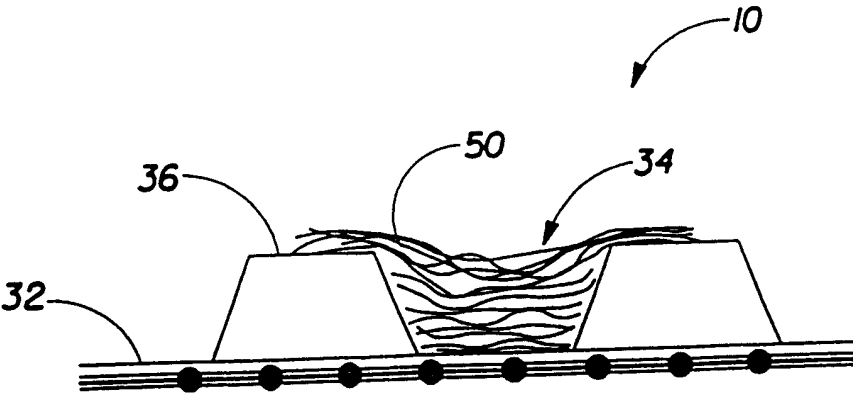


图 5

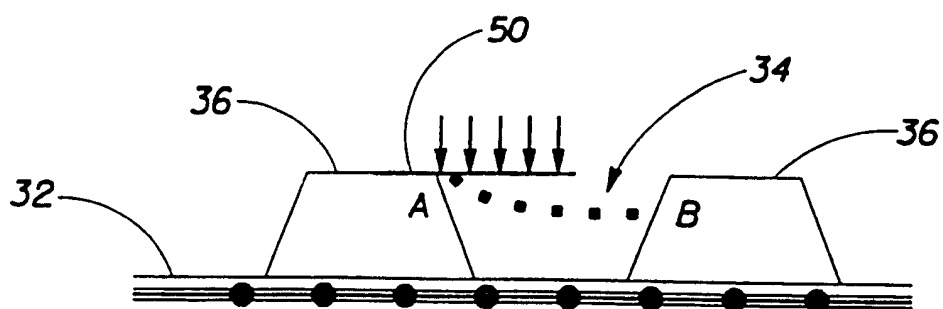


图 6

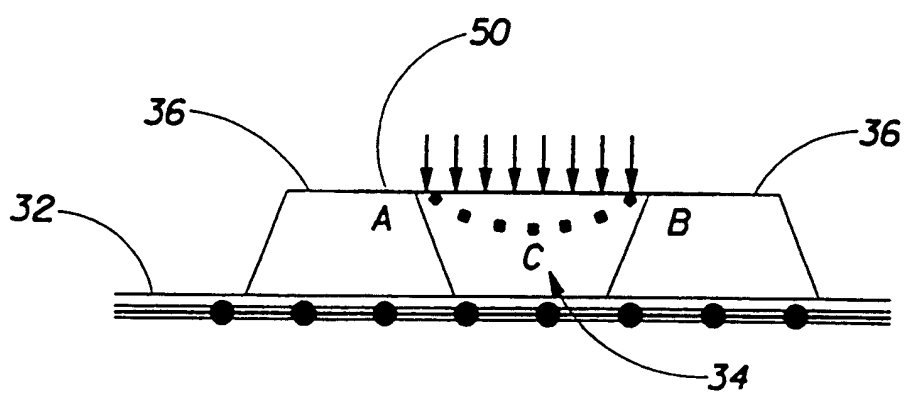


图 7

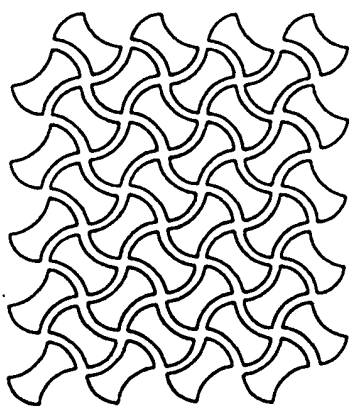


图 8a

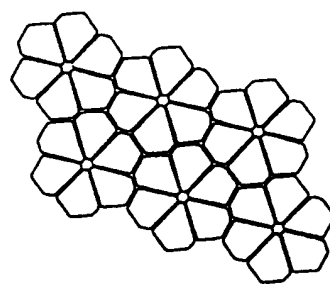


图 8b

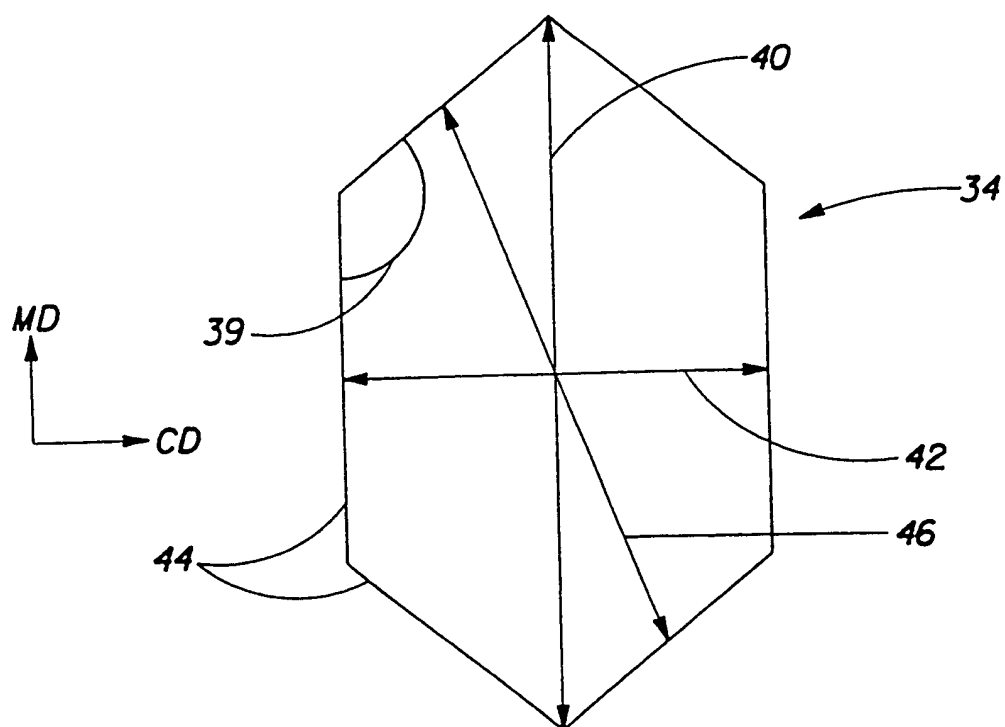


图 9

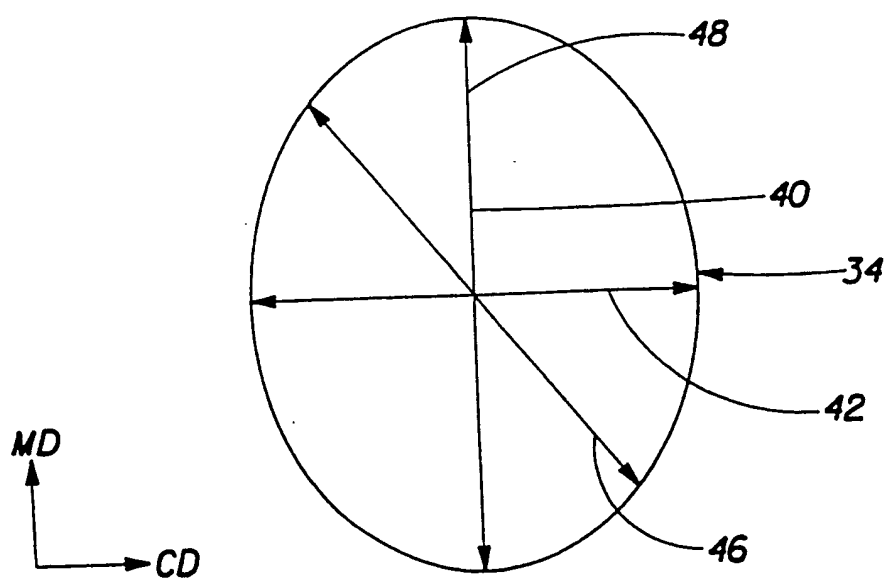


图 10

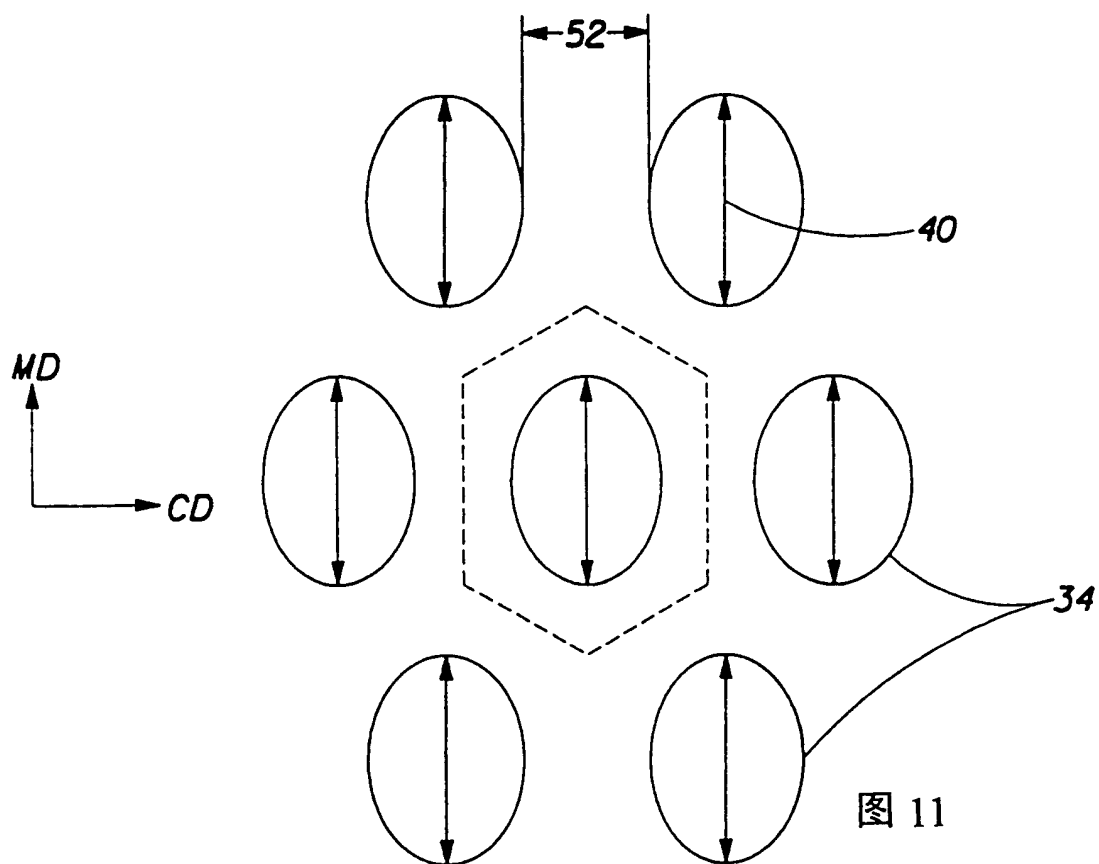


图 11

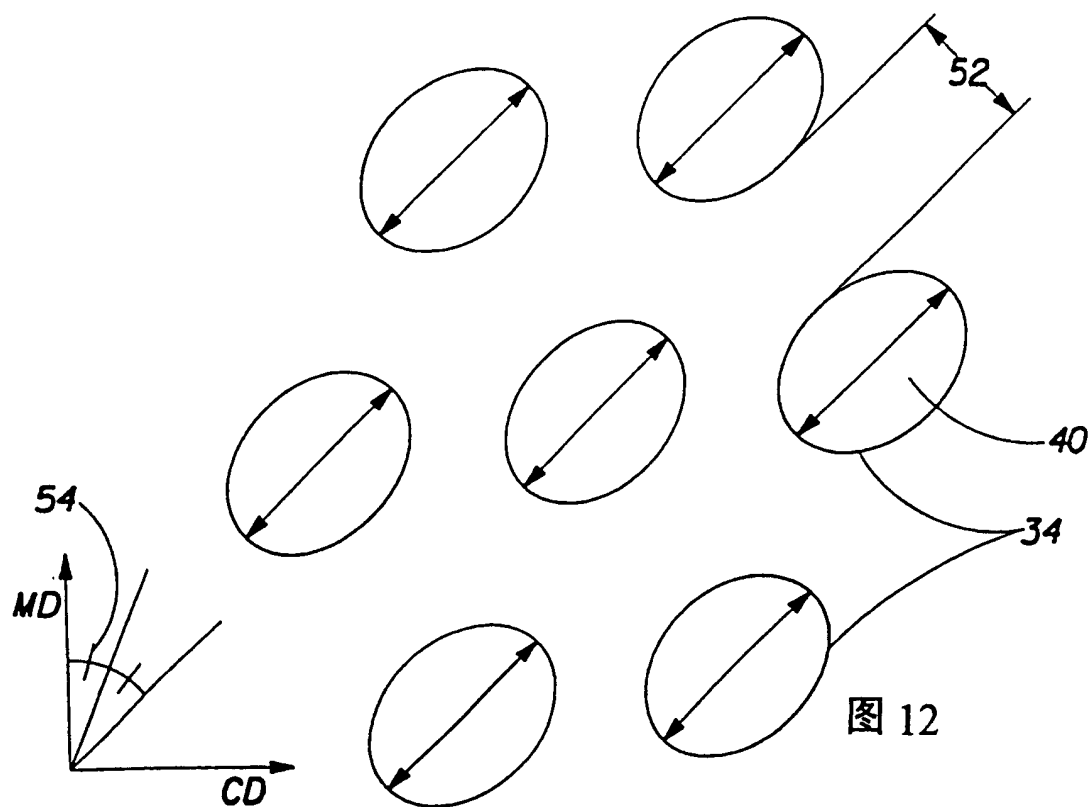


图 12

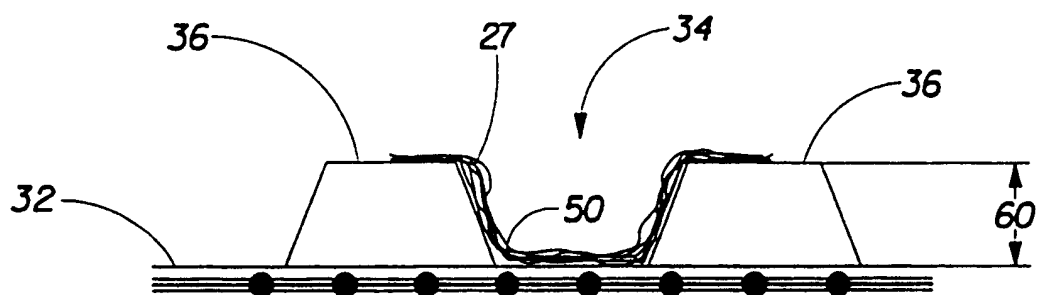


图 13

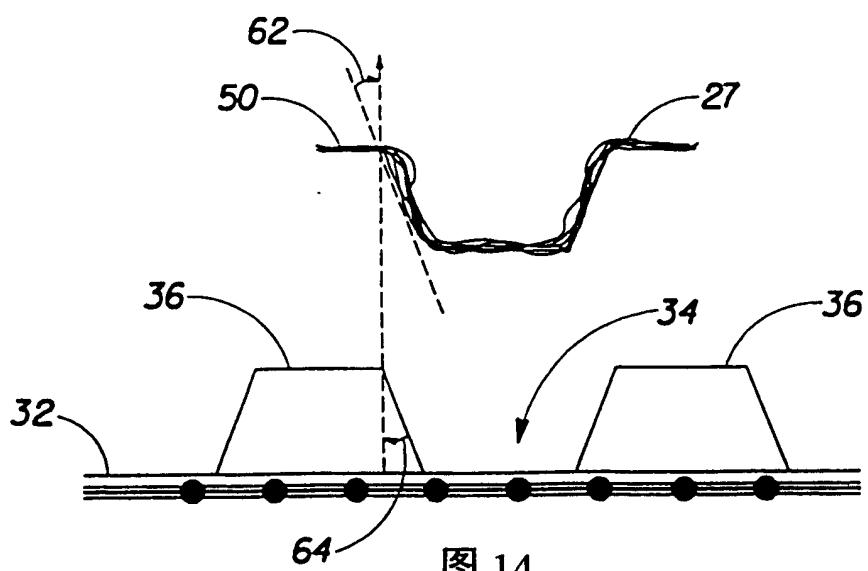


图 14

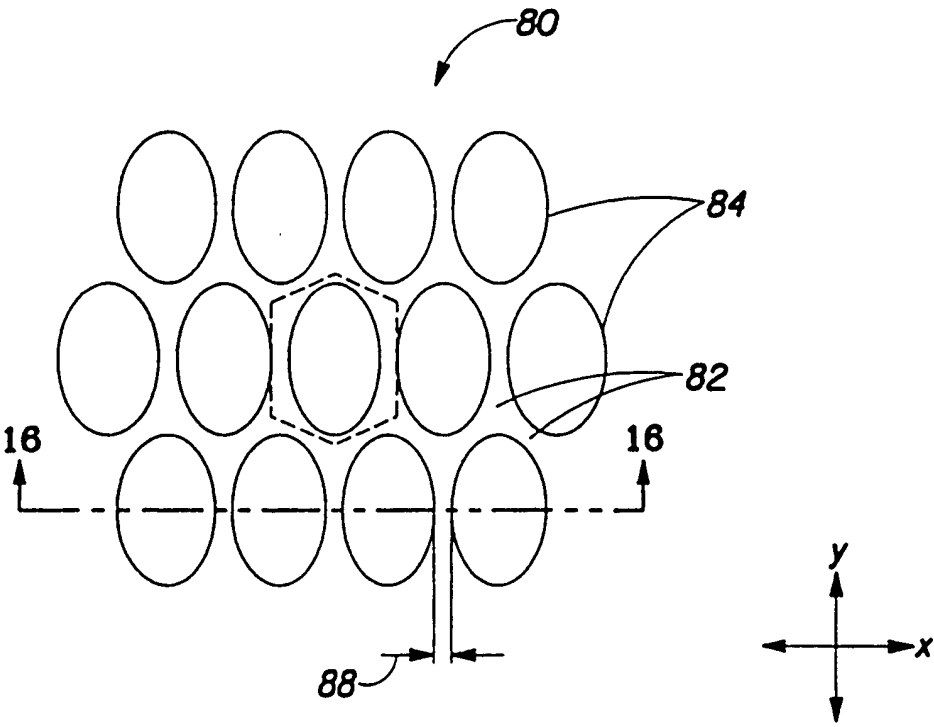


图 15

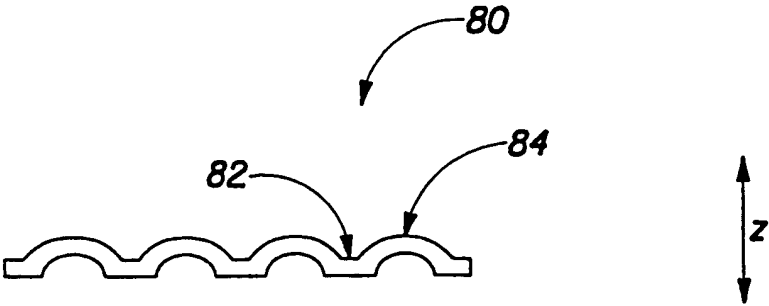


图 16