

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl⁶

D01F 2/24
D21H 13/02

[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 92108890.6

[45]授权公告日 1999年7月21日

[11]授权公告号 CN 1044267C

[22]申请日 92.6.27 [24]颁证日 99.4.8

[21]申请号 92108890.6

[30]优先权

[32]91.6.28 [33]US[31]724,551

[73]专利权人 普罗格特-甘布尔公司

地址 美国俄亥俄州

[72]发明人 P·D·托特洛汉 D·V·范

[56]参考文献

US2771363 1956.11.20 B01F

US4514345 1985.4.30 B01F

审查员 封钧祥

[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 王忠忠 曹济洪

权利要求书 4 页 说明书 64 页 附图页数 16 页

[54]发明名称 单层纸张及其制造方法和装置

[57]摘要

本发明公开了一种如纸的纤维素纤维结构,该纤维结构至少有三个内涵不同区域。这些区域相互是通过如定量、密度和投影平均孔径或厚度这样的内涵性能来区分的。在一个实施例中,该纤维结构有两个定量区,即高定量区和低定量区。高定量区进一步被分成低密度区和高密度区,结果是生产出有三个区的纤维结构。本发明还公开了制造具有三、四和更多区域的纤维结构的装置和方法。

ISSN 1008-4274

权 利 要 求 书

1.一种单层纸张,其特征在于,至少包含三个区域,所说的三个区域以非随机的重复图形排列,并且相互间由至少一个内涵性能来区分。

2.根据权利要求1的单层纸张,其特征在于所说的内涵性能选自:定量、密度和投影平均孔径。

3.权利要求2的单层纸张,其特征在于所说的至少一个区域的定量或密度与另一个区域的所说的定量或密度相比,至少相差约25%。

4.一种单层纸张层,其特征在于包含三个区域:

基本上连续的纤维网络,所说网络具有第一定量和第一密度;

在整个所说的基本上连续网络上分布的不连续区域的第一非随机重复图形,所说分布的不连续区域具有比所说连续网络的所说的第一定量或所说连续网络的所说的第一密度小至少约25%的定量或密度;

在整个所说的基本上连续网络上分布的致密区域的第二非随机的重复图形,具有比所说基本上连续网络的剩余部分的所说的第一密度至少约大25%的密度。

5.根据权利要求4的单层纸张,其特征在于所说的基本上连续的网络和所说的致密区域通常具有相互相等的定量。

6.根据权利要求5的单层纸张,其特征在于所说的致密区域的第二图形包含具有机械地压缩纤维的区域。

7.根据权利要求6的单层纸张,其特征在于所说的不连续区域的第一图形含有接近零定量的孔,所说的不连续区域的定量至少比所说的连续网络的所说的定量至少小约25%。

8.一种单层纸张的制造方法，所述单层纸张包括三个区域，所述方法的特征在于包含下述步骤：

提供纤维淤浆；

提供具有互相对立的第一和第二面的液体可渗透纤维留着的成形元件，所说的第一面有两个不同的构形区，所说的构形区与所说第二面在垂直切面内垂直地不同；

在用所说成形元件的所说的构形对准的两个内涵不同区域中，将所说的纤维淤浆沉积在所说的成形元件上；

选择性地施加压差至所说的纤维淤浆上，以形成三种内涵不同的区域；

将所说的纤维淤浆干燥成单层纸张。

9.根据权利要求8的方法，其特征在于将所说的压差施加至所说纤维淤浆的选择区，后者与用所说的成形元件的所说的两个不同构形区对准的所说淤浆的所说的区域是不重合的。

10.根据权利要求9的方法，其特征在于，施加压差至所说的纤维淤浆的步骤包含机械压缩所说的纤维淤浆的选择区域的纤维的步骤。

11.根据权利要求10的方法，其特征在于，所说的机械压缩所说纤维的步骤包括如下步骤：

将所说的纤维淤浆从所说的成形元件传送具至有与所说成形元件的所说的构形区不重合的凸块的压差协同操作元件上；以及

在所说的凸块和刚性表面之间压缩所说的纤维淤浆，以给予所说纤维淤浆的所说选择部分以机械压缩。

12.一种单层纸张，其特征在于含有以非随机的重复图形排列的四个区域：

两个邻接的相对高定量区，每个都有通常相互相等的第一定量；

第一相对高定量区，
所说的第一相对高定量区具有第一密度；
第二相对高定量区，
具有至少比所说的第一相对高定量的所说的第一密度小约 25%
的密度；

两个邻接的相对低定量区，每个都具有通常相互相等的第二定量，后者至少比所说的相对高定量区的所说的第一定量小约 25%；
第一相对低定量区具有第一密度；
第二相对低定量区具有比所说第一相对低定量区的所说第一密度小至少约 25%的密度。

13.根据权利要求 12 的单层纸张，其特征在于所说的第二相对高定量区的厚度比所说第一相对高定量区的大，所说第二相对低定量区的厚度比所说第一相对低定量区的大。

14.根据权利要求 13 的单层纸张，其特征在于所说的第一相对高定量区的厚度比所说第二相对低定量区的小。

15.根据权利要求 12 的单层纸张，其特征在于所说的第一相对高定量区为基本上连续的网络。

16.一种单层纸张的制造方法，所述单层纸张具有四个可区分区域，两个相对高定量区和两个相对低定量区，所说方法的特征在于包含如下步骤：

提供纤维淤浆；

提供有互相对立的第一面和第二面的液体可渗透的纤维留着的成形元件，所说的第一面具有两个不同的构形区，所说的构形区与第二面垂直地不同；

将所说的纤维淤浆沉积至所说成形元件上，以致使所说的成形元件的所说的两个构形区接受所说的纤维淤浆的沉积；

施加压差，使所说纤维淤浆的选择区减密度，所说的选择区与所说的成形元件的所说的构形区是不重合的；

干燥所说的纤维淤浆以形成单层纸张。

17.根据权利要求 16 的方法，其特征在于据说的压差是通过液压施加至所说的纤维淤浆的选择区的。

18.根据权利要求 17 的方法，其特征在于所说的压差为真空。

19.一种单层纸张的制造装置，所述单层纸张包括以规则重复图形排列的、相互间通过内涵性能区分的至少三个区域，所说装置的特征在于包含：

具有两个不同构形区的液体可渗透的纤维留着的成形元件；

用于沉积纤维淤浆至所说成形元件的网前箱；

施加压差至所说纤维淤浆选择区的装置，所说的选择区与所说成形元件的所说的构形区是不重合的；

压差协同操作元件；以及

干燥所说纤维淤浆的干燥器。

20.根据权利要求 19 的装置，其特征在于所说的成形元件是无端带。

21.根据权利要求 20 的装置，其特征在于所说的用于施加压差的装置是在其上有许多竖立突出物的第一无端带。

22.根据权利要求 19 的装置，其特征在于所说的压差协同操作元件具有与所说成形元件的所说的构形区不重合的真空可通过区。

23.根据权利要求 22 的装置，其特征在于所说的压差协同操作元件是第二无端带。

说明书

单层纸张及其制造方法和装置

本发明涉及具有至少三个区域由内涵性能区分的纤维素纤维结构，更具体地是具有三区域或多区域、相互间通过定量、密度和/或预定的平均孔径区分的纸。

纤维素纤维结构，如纸在现有技术中是众所周知的。通常，希望在同一种纤维素纤维产品中含有不同定量的区域，如在现有技术中显示的两种区域结构的纸，适用于各种用途。高定量区域赋予纤维结构以抗张强度，而低定量区可以用来节省原材料，特别是可以节省造纸过程中所用的纤维，并且，赋予纤维结构以吸收性。在退化的情况下，低定量区可能会在纤维结构中出现小眼或孔。然而，低定量区带孔并不是必需的。

当纤维结构用于预定用途时，吸收性和强度性能，以及更进一步地柔软性能将变得很重要。特别是，在此所述的纤维结构用于软薄纸，卫生纸和毛巾纸时，它们中的每一种都是现今经常使用的。如果要用这些产品来完成其预定的任务并找到广泛承认的话，它们必须显示出上述的物理性能并使其扩大到最大。抗张强度是保持纤维结构在使用期间物理完整性的能力。吸收性是允许纤维结构接触液体的性能。当对上述消费品进行估测时，不但要考虑纤维结构要吸收液体的绝对量，而且还要考虑其吸收速率。更进一步地，这些纸产品已被用于一次性

吸收制品，如妇女卫生巾和尿布。

在现有技术中，已进行了种种尝试，以提高供有效和经济的手段来制备具有两个不同定量区的纸。很早的其中一种尝试公开于Motz的US 795, 719（发表于1905, 7, 25），该专利公开了一种具有若干固定突出物的长网，并且在两个辊之间通过。比Motz先进的一种尝试公开于Griswold的US 3,025,585（1962, 3, 20），该专利公开了一种具有锥形凸出61的使在其上沉积的纤维重排的网带。

不同形式的突出物已与造纸机一起使用，得到不同的定量区域，如低定量区的各种不同的形状。例如，Greiner等人的US 3,034,180（1962, 5, 15发表）公开了锥形的和十字形等的突出物。如在Heller等人的US 3,159,530（1964, 12, 1发表）中公开的，甚至可以使用长网的关节作为固定突出物。

Benz的US 3,549,742（1970, 12, 22发表）显示的不是小孔，而是含有流量控制器的带孔的脱水元件，流量控制器伸出在脱水元件表面上的距离小于在其上形成的纤维结构的厚度，因此，纤维结构可以随后密集成致密的压区。另一种可消除纤维结构内纤维聚集的教导由Osborne的US 3,322,617（1967, 5, 30发表）告知，结果，根据纤维的长度，可生产出相当薄横截面的孤立区域。

最后，是已知的一些尝试，以提供用于制造这样的纤维素纤维结构改进的带孔元件。其中最重要的一种公开于Johnson等人的US 4,514,345（1985, 4, 30发表）中，Johnson等人讲授的是，在间歇式液体涂布处理时，将六角元件连接至机架上。

然而，根据每一篇参考文献制造的纸都会出现一个问题，就是这种纸的抗张强度被该纸高定量区的强度所限制。如果高定量区通过添加更多的纤维加强的话，将导致原材料不经济的利用。

根据前述参考文献所制造的纸的另一个问题是，吸收性被该纸的低定量区所限制。由于低定量区被告知有恒定密度的厚度，因此，这样的纸对使用者来说将被限制于低吸收性。

根据现有技术生产的纸的限制的性能的一种解释可能是，这种纸是与如前述参考文献的突出物配套整体地生产出来的。也就是说，在形成具有多定量纸的纤维淤浆在长网上沉积以后，所有随后的操作，如干燥等，都是在与原始成形的高和低定量区配套进行的。

改变根据现有技术制造的纸的密度的一种尝试是将两层纸连接在一起，并将最终的层压材料进行钮对钮 (Rnob to Rnob) 的压花；这些内容描述于Wells的US 3, 414, 459 (1968, 12, 3发表)中。然而，由于该操作增加了压花区的密度，因而，对定量无任何影响，反而对造纸过程增加了一个变换的步骤。

因此，本发明的目的是克服现有技术的这些问题，特别是克服关于单层纸的那些问题。具体地说，本发明的目的是提供一种增加抗张强度的纸，它是在基本上不增加制备高定量区所用的纤维量，通过提供更强的高定量区而实现的。本发明的另一个目的是提供具有增加吸收性能的低定量区，它是通过在这样的低定量区内提供多种密度和/或多种预定平均孔径实现的。更进一步地，本发明的目的是提供多种密度和/或多种预定的平均孔径，没有专用的变换操作，如压花。本发明还有一个目的是在基本上不脱离已知的造纸机械和工艺的条件下达到上述目的。

在形成所要求的纤维素纤维结构的过程中，通过执行一些步骤可实现前述的目的，该步骤包括选择性地施加纤维结构区的一些操作，这些选择区是与用相互间不同定量或密度所区分和确定的区不一致的。特别是施加至纤维结构上不一致的压差步骤是有用的，这种不一致性可通过尺寸、配套型式的变化或它们组合而产生，可在原始形成的多种定量和密度区和被选择性地施加压差的区域之间产生。

本发明的产品含有一单层、用肉眼看来为平面的纤维素纤维结构。该结构至少有三个出现在非随机重复图形中的、彼此通过内涵性能区分的可识别区域。特别是，可用来识别和区分纤维结构不同区域的内涵性能是定量，厚度，密度和/或预定的平均孔径。

在优选的具体例中，该纤维素纤维结构可包含基本上连续的纤维网络。该网络有第一定量和第一密度。遍及基本上连续的网络所分散的是独立区域的非随机的、规则的重复图形；所述的独立网络具有比基本上连续的网络更小的定量或密度。在基本上连续的区域是具有比基本上连续的网络的平衡第一密度更大的厚度或密度（最好至少约大25%）的可识别区。这些区域也可以具有更小的预定平均孔径、优选至少小于约25%孔径来识别。

在第二个具体例中，该纤维结构可包含四个区域。其中两个区域是相互毗邻的，并且彼此常具有相同的相对高的定量。第一相对高的定量区具有第一厚度或密度，第二相对高的定量区具有第二厚度或密度，其小于毗连的第一相对高定量区的第一厚度或密度。另外两个毗连的区域通常具有彼此相同的相对低的定量。第一相对低的定量区具有第一厚度或密度，第二相对低的定量区具有第二厚度或密度，其小于毗连的第一相对低定量区的第一厚度或密度。在高、低定量区之间

的厚度或密度差最好至少约 25%。

另一方面，两个毗连的高定量区域可以用预定平均孔径的相对差来区分。同样地，毗连的低定量区也可以用预定平均孔径的相对差来区分。

优选地，第二相对高定量区具有低密度，与部分原始区域的压差相一致，第二相对高定量区原来是第一相对高定量区的预定部分。同样地，具有低密度的第二相对低定量区最好与部分原始区域的压差相一致，原始区域是第一相对低定量区的预定部分。

上述纤维素纤维结构可以根据如下方法而制得：提供纤维淤浆；提供液体可渗透、纤维留着的成形元件，该元件在一个面上有两个不同的构形区域，并且该不同的区域正交地与成形元件的反面不同；提供沉积纤维素淤浆至成形元件上的装置；提供对纤维淤浆的选择部分施加压差的装置；以及提供干燥纤维淤浆的装置。将纤维淤浆沉积在成形元件上，并对纤维淤浆的选择区域施加压差，该选择区域与成形元件的两个不同的构形区是不一致的。干燥纤维淤浆，形成前述的二维纤维结构。在高定量区和低定量区内的厚度或密度差最好为至少约 25%。

另一方面，两个毗连的高定量区可以用预定平均孔径的相应的差来区分。同样地，毗连的低定量区也可以用预定平均孔径的相对差来区分。

选择性地施加压差可以通过机械压缩来进行，以对纤维产物进行非随机的、重复构图的机械干扰。还可以将该纤维淤浆送至第二个网带上，该网带具有与成形元件的地形区不一致的固定突出物。该第二网带上的突出物随后将在相对较硬的表面上如杨克氏烘缸上进行压缩。

另一方面，可通过横跨纤维淤浆进行抽真空来施加选择性地施加非随机的、重复构图的压差。该步骤优先地由纤维淤浆从成形元件传送至第二网带来完成。第二网带具有与成形元件的两个构形区不一致的真空渗透区 6 3。然后，通过第二网带的渗透区抽真空，以去致密化和增加在非随机的、重复图形中纤维结构选择区的预定平均孔径。

虽然说明书以特别指示的和清楚要求本发明范围的权利要求结束，但相信，根据下述有关的附图的说明，将对本发明有更好的了解；在附图中，同样的元件用相同的参考数字表示，类似的元件用撇号来表示：

图 1 是根据现有技术两种定量纤维素纤维结构的平面图。

图 2 是根据本发明的三种密集区域纤维素纤维结构的平面图，该纤维结构具有在其中包含独立的致密区的基本上是连续的高定量网络和独立的低定量区。

图 3 A 是根据本发明的四种密集区的起皱的纤维结构的平面图，该图是根据纤维结构的网带外侧材面观测的，并且具有两个高定量区和两个低定量区，每个这样的定量确定的区域具有高密度区和毗连的低密度区。

图 3 B 是在图 3 A 中描述的纤维结构反面的平面图。

图 4 是根据本发明的四种区域纤维结构的局部截面示意图，该纤维结构具有不同厚度的波浪表面，低定量区用成形网带的突出物来调整，而低密度区用第二网带的不一致的真空渗透区来调整。

图 5 是连续造纸机一个具体例的示意图，该造纸机使用成形网带和第二网带分别含有突出物和凸出的本发明的处理步骤（省略澄清）。

图 6 是图 5 造纸机网带的局部俯视图。

图 7 是沿图 6 线 7 - 7、图 6 网带放大的局部垂直截面图。

图 8 是根据现有技术的起皱纤维结构的软性 X - 射线图象的平面图。

图 9 是根据本发明的起皱纤维结构、特别是图 3 A 和 3 B 表示的纤维结构的软性 X - 射线图象的平面图。

图 1 0 是仅显示低定量区域的图 9 纤维结构的软性 X - 射线图象的平面图。

图 1 1 是仅显示过渡区的图 9 纤维结构的软性 X - 射线图象的平面图。

图 1 2 是仅显示高定量区的图 9 纤维结构的软性 X - 射线图象的平面图。

图 1 3 是仅显示低定量区和高定量区而没有过渡区的图 9 纤维结构的软性 X - 射线图象的平面图。

图 1 4 是显示低定量区、过渡区和高定量区的图 9 纤维结构的软性 X - 射线图象的平面图。

图 1 5 A 是根据本发明起皱纤维结构表面、特别是与成形网带接触的表面的等值线图。

图 1 5 B 是图 1 5 A 中表示的纤维结构反面的等值线图。

图 1 6 A 是图 1 5 A 等值线图的傅里叶变换。

图 1 6 B 是图 1 5 B 等值线图的傅里叶变换。

图 1 7 是用计算方法将图 1 5 A 减去图 1 5 B 制得的等值线图。

图 1 8 是图 1 7 等值线图的傅里叶变换。

尽管如图 1 所示的纤维结构不是必须是平坦的，但是纤维素纤维结构 2 0' 是纤维的、宏观二维的和平面的。纤维素纤维结构 2 0'

在第三维确实有一定的厚度；然而，与实际的最初的二维相比，或者与在最初的二维中具有相当大尺寸的纤维结构的制造能力相比，第三维的厚度是很小的。在纤维结构 2 0' 内有通过如定量、密度、预定平均孔径或厚度区分的不同区 2 4' 和 2 6'。

二维纤维结构 2 0' 由近似于线性单体的纤维组成。该纤维是二维纤维结构 2 0' 的组份，与另外两个相对很小的尺寸（相互垂直的、都是径向的、并且与纤维的纵轴垂直）相比，该组份在沿纤维的纵轴有一个相当大的尺寸，以致使该纤维近似线性。与纤维的主尺寸相比，在通过微观对纤维检测时，可显示出另外两个尺寸很小，这样的两个另外的小尺寸在整个纤维的轴的长度上并不需要完全相等或恒定不变。重要的只是该纤维能沿轴弯曲，并且能与其它纤维结合。

可以采用合成纤维，如聚烯烃或聚酯；最好采用纤维素纤维，如棉短绒、人造纤维或蔗渣；更优选的是木浆，如针叶木（裸子树或松柏科的）或阔叶木（被子植物或落叶的）或是上述的纤维层。包括但并不限于上述所列的纤维，用于此，如果纤维结构 2 0 或 2 0' 含至少约 5 0 % 重量或至少约 5 0 % 体积的纤维素纤维，就认为该纤维结构 2 0 或 2 0' 是“纤维素的”。已发现包含针叶木纤维和阔叶木纤维的木浆纤维的纤维素混合物，用于在此所述的纤维结构 2 0 性能良好，其中的针叶木纤维的长度约为 2 . 0 — 约 4 . 5 毫米，直径约 2 5 — 约 5 0 微米，阔叶木纤维的长度小于约 1 毫米，直径约 1 2 — 约 2 5 微米。

纤维结构 2 0' 的不同区域 2 4' 和 2 6' 具有相同的或均匀的阔叶木和针叶木纤维分布，这并不是必须的，以至很可能是这样的。而很可能的是，较低定量区 2 6' 含有比较高定量区 2 4' 更高的针

叶木纤维百分比。因而，阔叶木和针叶木可以在整个纤维素纤维结构 2 0' 的厚度上成层。

如果选择木浆纤维用于纤维结构 2 0 的话，该纤维可以通过包括化学法，如亚硫酸盐法，硫酸盐法和碱法；和机械法，如磨石磨木浆的任何制浆方法进行生产。另一方面，该纤维可以通过化学法和机械法的结合进行生产；或者，可以是回用纤维。用于本发明纤维的种类、组合以及加工对本发明来说不是关键的。

即使存在多层纤维，根据本发明的纤维结构 2 0 只含单层。然而，要认识到的是，两个单层可以面对面地连接形成一不可分的层状材料。如果根据本发明的一种结构从下面论述的成形元件上取下，并认为它是“单层”；当被干燥时，作为单层片材具有一厚度，除非添加或从片材上取走纤维，该厚度不变。随后，如果希望的话，可将纤维素纤维结构 2. 0 进行压花，或保持非压花状态。

参考图 1，可了解现有技术，根据现有技术的两区域纤维结构 2 0' 可以通过区别具有不同内涵性能的区 2 4' 和 2 6' 来确定。例如，如表 I 所述的，纤维结构 2 0' 的定量提供了纤维结构 2 0' 的两个区 2 4' 和 2 6' 相互区分的内涵性能。这两个区域 2 4' 和 2 6' 可以是原始区域，由此，在图 3 A 和 3 B 的纤维结构中形成另外的区域。

表 I

区域	相对密度	相对定量
2 4'	高	中等
2 6'	低	中等

要知道的是，宁愿使用定量作为区别两区域 2 4' 和 2 6' 的内

涵性能，密度或预定平均孔径也能作为区分两区域 2 4' 和 2 6' 的内涵性能。

如图 2 所示，根据本发明的纤维素纤维结构至少有三个不同的区域 2 4、2 6 和 2 8。这些区域 2 4、2 6 和 2 8 是通过结构 2 0 的内涵性能来区分的。如果在纤维结构 2 0 中没有与各种值的集合有关的值的话，用于此的性能被认为是“内涵的”。内涵性能的例子包括纤维结构 2 0 的定量，密度，预定平均孔径，温度、比热、压缩模量和拉伸模量等。与辅助系统各种值的集合有关、或与纤维结构 2 0 的组份有关的在此使用的性能被认为“外延的”。外延性能的例子包括纤维结构 2 0 的重量、质量、体积、热容量和摩尔数。

取决于在两维或三维中，不管怎样纤维都要被聚集，而不影响性能，可将内涵和外延性能进一步分类成在与纤维素纤维结构 2 0 的平面有关的二维内涵的或外延的性能，或三维内外延的性能。例如，如果在纤维素纤维结构 2 0 的平面内将纤维聚集至其上，使纤维素纤维结构 2 0 覆盖更大的表面积的话，纤维素纤维结构 2 0 的厚度不受影响。但如果通过在纤维素纤维结构 2 0 的两个暴露的表面上叠加来聚集纤维的话，其厚度将受影响。因而，厚度是二维内涵性能。然后，利用上述两种方法，添加纤维至纤维素纤维结构 2 0 上时，将不会影响每单位横截面积的抗张强度，因此，每单位横截面积的抗张强度是三维内涵性能。

根据本发明的纤维结构 2 0 含有至少具有两个不同定量的区域 2 4，2 6 和 2 8；定量是在至少两个可识别的部分之间划分，下文称之为纤维结构 2 0 的“区域”。在此所用的“定量”是以纤维结构 2 0 的单位面积的克重测得的，单位面积是在纤维结构 2 0 的平面内

取得的。根据单位面积的测量的定量的大小取决于具有不同定量区域 2 4，2 6 和 2 8 的相对或绝对尺寸。

当认为给定的区域 2 4，2 6 或 2 8 具有一个定量时，现有技术中的熟练技术人员将会认识到，在这些给定的区域内，常会发生预期的定量波动和变化。例如，以微观水平测量，当测量间隙的定量时，将产生明显的零定量，但事实上，除非是在纤维结构 2 0 的小眼中进行测量，这些区域 2 4，2 6 或 2 8 的定量均大于零。这种波动和变化是制造过程正常的和预期的结果。

如果区域 2 4，2 6 和 2 8 的定量至少以高于 2 5 % 定量值变化的话，纤维结构 2 0 的两个区域 2 4，2 6 或 2 8 被认为具有不同的定量。在根据本发明的纤维结构 2 0 中，在区域 2 4，2 6 和 2 8 之间的定量差产生于非随机的重复图形中，所述的图形与下述将更完整描述的滤液元件和纤维留着成形元件的样式有关。另外，在研究中，如果纤维结构的区域 2 4，2 6 或 2 8 的定量变化小于约 2 5 %，那么区域 2 4，2 6 和 2 8 被认为含有单一的和特定定量的一个区域 2 4，2 6 或 2 8，该定量具有约 $\pm 12.5\%$ 的中等值的变化。

并不需要划分不同定量毗连区域 2 4，2 6 或 2 8 的精确的界线，或者是并不需要在不同定量的毗连区域 2 4，2 6 或 2 8 之间存在明显的界线。重要的只是，在纤维结构 2 0 的不同部分，每单位面积的纤维分布是不同的，以及这种不同的分布发生在非随机的、重复图形中。

本技术领域的熟练技术人员将知道，可能有定量在毗连区域 2 4，2 6 或 2 8 定量中间的小过渡区，就该过渡区本身而言，没有什么太大的意义，只是认为在该区域内包含与毗连区域 2 4，2 6 或 2 8 的

定量不同的定量。这些过渡区落在已知的正常制造误差内，并且是根据本发明的纤维结构 20 的生产所固有的。

在整个纤维结构 20 上，在非随机的、重复图形中布置纤维结构 20 的内涵区分的区域 24，26 和 28，如具有不同定量的区域 24，26 和 28。构图的区域 24，26 和 28 可以是独立的，以致使具有相同定量的毗连区域 26 或 28 不是邻接的。另一方面，在整个纤维结构 20 上具有单一定量的区域 24 可以是连续的，因此，该区域 24 主要是在整个纤维结构上在其主要的一维或二维中延伸。“非随机的”内涵确定区域 24，26 和 28 被认为是可预测的，并可由用于制造过程中的装置的已知的和预定的特性而产生。以“重复”的形式图形在纤维结构 20 中不至一次地形成。

当然，必须认识到，如果制造的纤维结构很大，那么在制造期间，与纤维结构 20 的尺寸相比，区域 24，26 和 28 是很小的，例如，相差若干个数量级，因此，在不同区域 24，26 和 28 中的精确分散和图形的绝对可预测性可能是很困难的、甚至是不可能的。然而，重要的只是这样的内涵确定的区域 24，26 和 28 基本上如期望的分散于图形中，获得了纤维结构 20 适用于其预定用途的完善的性能。

纤维结构 20 图形的大小可为每平方厘米约 1.5—约 388 个独立的区域 26 (10—2500 个独立区 26/吋²) 优选约 11.6—约 155 个独立区 26/cm² (75—1000 独立区 26/吋²)，更好约 23.3—约 116 独立区 26/cm² (150—750 独立区/吋²)。本技术领域的熟练技术人员将很清楚，当图形变得越小 (每平方厘米有更多的独立区) 越大百分比的较小尺寸的阔叶木纤维必须使用，并且，较大尺寸的针叶木纤维的百分比必须

相应地减少。

如果使用太多量的大尺寸纤维，这些纤维将不能与下述生产纤维结构 2 0 的装置的构形相一致。如果这些纤维不能适当地相符的话，纤维可能会桥连与装置不同的构形区，导致随机构形的纤维结构 2 0。现已发现，包含约 0 - 4 0 % 北方针叶木硫酸盐浆纤维和约 1 0 0 - 6 0 % 阔叶木化学热磨机械浆纤维的混合物，用于含约 3 1 . 0 至约 4 6 . 5 独立区 / cm^2 (2 0 0 - 3 0 0 独立区 2 6 / 吋²) 的纤维结构，性能良好。

参考图 1 和 2，不同定量区域 2 4，2 4' 2 6 和 2 6' 分别被排列在纤维结构 2 0 或 2 0' 内，以致使相对较高定量的区域 2 4 (如果纤维结构 2 0' 包含如图 1 中的两个不同定量区 2 4' 和 2 6')，或最高定量的区域 2 4 (如果纤维结构 2 0 包含如图 2 中的三个或多个不同定量区 2 4，2 6 和 2 8) 在整个纤维结构 2 0 的至少一个方向内基本上是连续的。最好是，连续方向与根据本发明制成品预期的拉伸加载方向平行。

如果图 2 所述的纤维结构 2 0 要用作消耗品，如毛巾纸或薄页纸，那么在纤维结构 2 0 的平面内，纤维结构 2 0 的高定量区 2 4 最好在两个正交方向基本上是连续的。这样的正交方向平行于和垂直于制成品的边缘或平行和垂直于产品的制造方向，这并不是必须的，重要的是只要在两个正交方向上赋予产品以抗张强度，以致使可以更容易地适应任何施加的拉伸载荷，而不会由于这样的拉伸载荷而过早的损坏。

如果特定定量的区域 2 4，2 6 或 2 8 在至少部分的纤维结构 2 0 上形成重复的、完整的图形，那么就认为该纤维结构 2 0 在该部分内具有该区域 2 4，2 6 或 2 8 的“基本连续的网络”；认识到在

该图形中的间断是可容许的，虽然不是优选的，但只要该间断对纤维结构 2 0 的该部分材料的性能不起实质性的反作用。基本上连续的网络的一个例子是图 2 纤维结构的高定量区 2 4。具有基本上连续的网络的两区域纤维结构的其他的例子公开于 Trokhan 的 U.S. 4, 637, 859 (1987, 1, 20 发表) 中，在此引入用于显示具有基本上连续网络的纤维结构 2 0'。

更进一步地，通过提供基本上连续的网络的高定量区 2 4，可增强纤维结构 2 0 的接触干燥。当然，增强的接触干燥要求基本上连续的高定量网络 2 4 位于纤维结构的其中一个暴露面上，并限定该暴露面。

相反地，在整个高定量基本连续的网络 2 4 上，低定量区域 2 6 可以是独立的和分散的。可以认为该低定量区域 2 6 是被邻接的基本上连续网络的高定量区 2 4 包围的孤立区。该独立的低定量区域 2 6 也形成非随机的重复图形。该独立的低定量区域 2 6 可在上述的两个正交方向的其中一个或两个方向上交错排列，或可以排成一直线。虽然如上所述，可以适应一小的过渡区，但最好是高定量的基本上是连续的网络 2 4 形成一与独立的低定量区域 2 6 邻接的构图的网络。

在退化的情况下，该低定量区 2 6 有近似于或等于零的定量，并表示在纤维结构 2 0 的基本上连续网络 2 4 内的小眼 2 6。必须认识到，小眼 2 6 可能具有接近零的定量，但仍认为是小眼。正如现有技术中已知的，取决于纤维的长度，下述（见图 6-7）的并用来形成低定量区 2 6 的突出物 5 9 的横向尺寸，以及在沉积时纤维淤浆和纤维淤浆沉积于其上的液体可通过的纤维留着成形元件之间的相对运动，一定量的纤维可桥连成带孔的低定量区 2 6，但必须防止在其中的定

量为绝对零。这样的小的变化在现有技术中是已知的并常常是预期的，而且并不排除最终的纤维素纤维结构 2 0 是带孔的纤维结构 2 0，以及用作带孔的纤维结构 2 0。

在预期的定量范围的另一端，该低定量区 2 6 具有最大定量约为高定量区 2 4 和 2 8 定量的 7 5 %。如果低定量区 2 6 的定量大于高定量区 2 4 和 2 8 定量的 7 5 %，那么，就认为该纤维结构 2 0 落在单一定量的纤维结构 2 0 预期的变化范围内。

参考图 2，与高定量区 2 4 的定量有关的低定量区 2 6 的定量取决于制成品所期望的特定的操作特性，和以最经济的方法使用市售材料的竞争利益，这与得到制品的希望的性能相一致。例如，虽然零定量的带孔区 2 6 可表示为最经济的使用原材料，但是使用者对如毛巾纸或薄页纸这样的消耗品却是负反应。然而，低定量区 2 6 可以有利地用于提供增加的吸收面积和液体留着率这样的产品中，该低定量区被沉积在纤维结构 2 0 上或者与纤维结构 2 0 接触。因而，该低定量区提供了减少的截面模量的面积，以致使纤维结构更加柔顺，对使用者有一种更柔软的感觉。

优选该低定量区 2 6 包含约 2 0 - 8 0 % 的纤维结构 2 0 的总表面，更佳为纤维结构 2 0 总表面的约 3 0 - 5 0 %。下述的两个相对高定量区 2 4 和 2 8 的结合，包含纤维结构 2 0 总表面的平衡量。如上所述的三区域纤维结构 2 0，如果希望最终产品的抗张强度越大，两个高定量区 2 4 和 2 8 的表面的结合必须相对地越大。相反地，如果希望增加的吸收性和柔软性，必须增加低定量区 2 6 表面的百分比。

纤维结构 2 0 的每个区 2 4，2 6 和 2 8 都有关联的密度。在此所用的“密度”指的是在研究中的纤维结构 2 0 的区域 2 4，2 6 或

2.8 的定量与厚度（取垂直于结构 2.0 的平面的厚度）的比值。该密度并不取决于纤维结构 2.0 的不同区域 2.4，2.6 或 2.8 的定量，但与之有关。因而，不同定量的两个区域 2.4，2.6 或 2.8 可以具有相同的密度，或者，相同定量的两个区域 2.4，2.6 或 2.8 可以有不同的密度。

如果需要的话，可以通过内涵性能，平均孔径间接地推导出密度。通常，平均孔径与密度是成反比的。然而，必须认识到，当特定区域 2.4，2.6 或 2.8 的定量增加超出一定的程度时，毛细管将被重叠的纤维阻塞，将出现较小的毛细管尺寸。

与这些区 2.4，2.6 或 2.8 的定量无关，在与纤维结构 2.0 的平面的垂直方向上，通常，较高密度区域 2.8 将具有比较低密度区域 2.4 和 2.6 更小的如用二维预定的平均孔径。

参考图 2，由定量限定并描述的区域 2.4 和 2.6，可以根据在区 2.4 和 2.6 内，内涵限定的定量产生的相对密度差，进一步地细分和描述。虽然可以在低定量区 2.6 中产生密度差，但在具有三个区 2.4，2.6 和 2.8 的纤维结构中，更重要的是，密度差发生在高定量区 2.4 和 2.8 内。

该重要性的根本理由是，当高定量区 2.4 和 2.8 的密度（或对那种情况，低定量区 2.6 的密度）增加时，重叠纤维的键合度也增加，这就对该区域提供了增加的抗张强度。由于纤维结构 2.0 的抗张强度是由高定量的基本上连续网络的区 2.4 控制，因而，在该高定量的基本上连续的网络 2.4 内提供增加的密度（增加抗张强度）比在低定量区 2.6 内提供增加的密度更为重要，这是因为纤维结构 2.0 的低定量区 2.6 的密度的增加对纤维结构 2.0 的抗张强度几乎没有影响。增加

密度的区域 2 8 可以是连续的，在高定量的基本上连续的网络 2 4 内形成第二个网络，或者，如图 2 所示，可以是独立的。

为了提供以可测抗张强度的增加为基础的有效结果，贯穿整个高定量的基本上连续网络 2 4 的独立的、致密的区域 2 8 和高定量的基本上连续网络 2 4 的剩余部分的密度差至少必须为约 2 5 %，优选至少为约 3 5 %。因而，高密度区 2 8 和低密度区 2 4 和 2 6 间的差至少必须为约 2 5 %，优选为至少约 3 5 %。如果密度差小于约 2 5 %，这样的差值落入纤维产品正常预期的制造误差内，并且十有八九不代表抗张强度显著的、可定量的差。

如上所述的有关具有不同定量的区域 2 4，2 6 和 2 8，不同密度的区域 2 4，2 6 和 2 8 并不需要有精确的界线，或者并不需要在不同密度的邻接区域 2 4，2 6 和 2 8 之间存在精确的分界线。仅仅需要的是产生增加的键合，以致使在拉伸载负下，连接纤维的键的破坏减至最少。另外，如上所述的有关具有不同定量的邻接区，在不同密度的邻接区 2 4 和 2 8 之间可以存在对纤维结构 2 0 所希望的性能没有反作用的小过渡区。

因此，根据本发明制造的纤维结构有三个内涵不同的区域 2 4，2 6 和 2 8。参考表 II，第一区和第三区 2 4 和 2 8 具有相对高的相互基本上相等的定量。第二区 2 6 具有相对低的定量，第二区的密度位于第一区 2 4 和第三区 2 8 之间。第三区 2 8 具有或者比第一区 2 4 或者比第二区 2 6 更高的密度。第一区 2 4 形成基本上连续的网络，而第二区 2 6 和第三区 2 8 是独立的。

表 II

区域	相应的定量	相应的密度
2 4	高	中等
2 6	低	低
2 8	高	高

参考图 3 A 和 3 B，提供四区域内涵可区分的纤维结构 2 0 也是可行的。这样的四区域纤维结构 2 0 可以包含两个相互基本上相等的、并且是相对低定量的区域 3 0 和 3 2 以及两个相互基本上相等的、相对高定量的区域 3 4 和 3 6。如表 III 所述，两个低定量内涵可区分的区域 3 0 和 3 2 还可通过相互间不同的密度来区分。这两个密度是该纤维结构 2 0 较低的两个密度。同样地，相对高定量的内涵可区分的区域 3 4 和 3 6 还可通过相互间具有不同的密度来区分，这两个密度是该纤维结构 2 0 的较高的两个密度。

表 III

区域	相应的定量	相应的密度
3 0	低	低
3 2	低	很低
3 4	高	高
3 6	高	中等

如图 3 A 和 3 B 所示，高定量、高密度区 3 4 含有基本上连续的网络，该网络具有增加的纤维键合的优点（由于相应高的密度），并且高定量能提供用于分布拉伸载荷的相对地大量纤维。该区域 3 4 通常将控制纤维结构 2 0 的抗张强度。

高定量、中等密度区 3 6 通常是不连续的，不过，如果对其它三

个区 3 0, 3 2 和 3 4 来说, 区 3 6 被制得是足够大的话, 它也可以形成基本上连续的网络, 这与任何其它区域 3 0, 3 2 或 3 4 形成基本上连续的网络无关。不管是独立的还是基本上连续的, 独自的还是集合的, 该两个高定量区域 3 4 和 3 6 都以非随机的重复图形进行布置。该两个高定量区 3 4 和 3 6 通常是邻接的, 这是由于在下述的制备过程中存在一些因素。

两个低定量区 3 0 和 3 2 通常是不连续的, 优选地是不连续的。最好是, 低定量、很低密度的区域 3 2 具有比低定量、低密度区域 3 0 更大的纤维结构 2 0 表面积的百分比, 结果, 可最大程度地节省原材料。不管是独立的还是基本上连续的, 独自的还是集合的, 该两个低定量区域 3 0 和 3 2 都以非随机的重复图形布置。

不需四个内涵限定的区分的区域 3 0, 3 2, 3 4 和 3 6 具有相等的厚度, 或也不需要四个区域 3 0, 3 2, 3 4 和 3 6 限制于两个或限制于甚至是三个不同的厚度。例如, 纤维结构 2 0 的低定量、很低密度的区域 3 2 通常将具有比纤维结构 2 0 的低定量、低密度的区域 3 0 更大的厚度, 这是由于在下述制造过程中存在一些因素。同样地, 纤维结构 2 0 的高定量、中等密度的区域 3 6 通常将具有比纤维结构 2 0 的高定量、高密度区 3 4 更大的厚度, 这是由于在制备过程中存在相同的因素。

高定量、高密度区 3 4 还可以具有比低定量、很低密度的区域 3 2 更小的厚度。然而, 在高定量、中等密度区 3 6 和低定量、很低密度区 3 2 之间的相对厚度, 以及在高定量、高密度区 3 4 和低定量、低密度区 3 0 之间的相对厚度可以改变, 结果, 将很难预测一个这样的区域 3 6 或 3 2 将总是具有比另一个这样的区域 3 4 或 3 0 更大或

更小的厚度。

如在表Ⅲ中所述，例如，高定量、高密度区 3 4 通常具有比高定量，中等密度区 3 6 更大的密度。而且，低密度、低定量区 3 0 将具有比低定量、很低密度的区域 3 2 更大的密度。然而，高定量、中等密度区 3 6 可以是大于、小于或等于低定量、低密度区 3 0 的密度。在区域 3 6 和 3 0 的密度之间的相对差与该区 3 6 和 3 0 的定量与厚度的比值有关。

在区域 3 0，3 2，3 4 和 3 6 之间的厚度差可以下述方式达到，即借助于或者对具有较小厚度的区域 3 0 和 3 4 的纤维进行压缩，或者将具有较大厚度的区域 3 2 和 3 6 的纤维在垂直于纤维结构 2 0 平面的方向上膨胀。然而，必须认识到，两个低定量区 3 0 和 3 2 任一个的厚度和密度的乘积相互间通常是相等的。同样地，高定量区 3 4 和 3 6 任一个的厚度和密度的乘积相互也将是相等的。对于具有相等定量的区域 3 0，3 2，3 4 和 3 6 而言厚度和密度是成反比的。

两个低定量区域 3 0 和 3 2 的预定表面积之和最好为纤维结构 2 0 总面积的约 2 0 - 8 0 %，更佳为纤维结构 2 0 的预定表面积约 3 0 - 5 0 %。两个相对高定量区域 3 4 和 3 6 的预定表面积之和为纤维结构 2 0 的预定表面积的剩余部分。如上所述的有关图 2 的三区域纤维结构，如果希望在最终产品中有更大的抗张强度，那么较高定量的两个区域 3 4 和 3 6 的集合必须更大。相反地，如果希望最终产品有增加的吸收性或柔软性，那么两个低定量区 3 0 和 3 2 的集合必须增加。

根据本发明的纤维结构 2 0 的一些变动是可行的，例如，纤维结构 2 0 不是必需要限制在如上所述的两个定量或 4 个密度。根据本发

明的纤维结构 20 可能含有由定量限定的三个或多个区域，并且也可能含有由密度限定的 4 个以上区域。因此，基于具有不同定量和不同密度的区域产品的区域组合和变更几乎是没有限制的，但至少得有如上所述的三个和 4 个区域，并可以是如下所示的更多个区域。

增加根据本发明纤维结构 20 的抗张强度以及增强上述纤维结构 20 的纤维淤浆干燥的其它方法如下所述。例如，为了增加纤维结构 20 的抗张强度，纤维结构 20 含有在整个高定量基本上连续网络 24 上分布的增加密度的区域 28 以外，可以将强度添加剂如乳胶粘合剂或粘合剂添加至高定量的、基本上连续的网络 24 的任意部位。

同样地，通过在整个高定量的、基本上连续网络 24 上任意部位的纤维的更大的取向和平行度，也可以增加抗张强度。更进一步地，不增加密度，而可以在整个高定量、基本上连续网络 24 内的不同位置增加定量，以提供更多的纤维并由此提供更多的纤维结合键，以承受和分布拉伸载荷。最后，在高定量、基本上连续网络 24 内的任意部位可产生增加的纤维键合。高定量、基本上连续网络 24 的所有这些改进，都是为了提供任何施加至纤维结构 20 的拉伸载荷的增强的分布。

通常是在与纤维结构 20 的平面垂直的方向上，通过光学观测（如果希望的话可在放大的情况下观测）纤维结构 20，可以定性地测得本发明的纤维结构 20 的定量。如果纤维的量差，特别是从与平面垂直的任何线路上观测到的纤维量差以非随机的、规则的重复图形的形式被发现，那么，通常能确定，定量差以同样的形式被发现。

特别是，堆积在其它纤维顶上的纤维量的判断与任一特定区 24，26 或 28 的定量的确定，或任意两个区域 24，26 或 28 间的定

量差有关。通常，不同区域 2 4，2 6 或 2 8 中的定量差将由通过这样的区域 2 4，2 6 或 2 8 的透光量差的反比例来表示。

如果希望更精确的确定与不同区域 2 4，2 6 或 2 8 有关的一个区 2 4，2 6 或 2 8 的定量，可通过使用多次曝光 (multiple expose) 的软性 X-射线制得试样的 X-射线图象，并随后进行图象分析而定量确定相应不同的该数量。使用软性 X-射线和图象分析技术，将一组已知定量的标准样品与纤维结构 2 0 的试样比较，分析使用三种幕片：一种是用来显示不连续的低定量区域 2 6，一种是显示高定量区域 2 4 和 2 8 的连续网络，还有一种是显示过渡区 3 3。在下面的叙述中，将对图 9-1 4 进行说明。然而，应该明白的是，图 9-1 4 是关于具体的例子，因此，下面定量确定的说明并不就是这样限制的。

为了查明并标定试样灰度值图象以进行比较，将标样和试样同时接受软性 X-射线。量出试样的软性 X-射线，并在胶片上，与代表在 X-射线光径中纤维结构 2 0 纤维的物质质量相称地记录图象的强度。

如果希望的话，可用 Hewlett Packard Faxitron X-射线装置 (由位于加利福尼亚州 Palo Alto 的 Hewlett Packard 公司提供) 提供软性 X-射线。X-射线软片由在特拉华州威明登的 E. L. DuPont Nemours & CO. 出售，商标名为 NDT 3 5 和 JOB O 软片处理旋转管装置 (film processor rotary tube unit)，可以有利地被用于形成下面所述的试样的图象。

由于在不同的 X-射线装置之间有预期的和正常的偏差，因此，操作者必须对每种 X-射线装置设定最佳的曝光条件，如在此使用的 Faxitron 装置有约 0.5 毫米直径的 X-射线源，0.64 毫米厚

的铍窗和 3 毫安连续电流。该软片与射线源的距离约为 6.1 厘米，电压约 8 Kvp。只能变化的参数是曝光时间，调整曝光时间，以致使当进行如下所述作频率曲线时，数字化图象将获得最大的对比度。

将试样冲切成约 2.5 厘米乘约 7.5 厘米的尺寸（3 英寸乘 1 英寸）。如果希望的话，可以用标号来标记试样，使具有可识别定量的区域 2.4，2.6 和 2.8 的位置能准确的确定。可以通过在试样上用小的打孔器冲切三个孔而将适宜的记号引入试样中。对于在此所述的具体例而言，已发现直径约 1.0 mm（0.039 英寸）的打孔器操作良好。所打的这些孔可是共线的或以三角形图形排列。

如下所述，可以使用这些记号，将特定定量的区域 2.4，2.6 和 2.8 与通过其它内涵性能如厚度和/或密度区分的区域 2.4，2.6 和 2.8 相匹配。在试样上设置记号后，在分析天平上称量，精确至 4 位有效数字。

将杜邦 MD T 35 软片放入 Faxitron X-射线装置，含乳液面面朝上，并将冲切好的试样放在软片上。同时将 5 个已知定量（其与试样的不同区域 2.4，2.6 和 2.8 的定量相近似并以此为界）和已知面积的 1.5 mm × 1.5 mm 的标样置于 X-射线装置上，结果是，每当试样的图象被曝光和显影时，就能获得灰度标定的准确的定量。用稳压器设定约 1 p s i，向 Faxitron 通约 5 分钟氦气，以致使空气被吹出，从而使空气对 X-射线的吸收减至最小。该装置的曝光时间设定为约 2 分钟。

在试样用氦气吹洗后，将试样暴露于软性 X-射线中，当完成曝光时，将软片送至安全盒，在 E. I. Dupont Nemours & Co. 推荐的标准条件下进行显影，以形成完整的 X-射线图象。

分别用曝光时间为约 2.2, 2.5, 3.0, 3.5 和 4.0 分钟的周期, 重复前述步骤。用由加利福尼亚 Torrence 的 Vision Ten 制造的高分辨率放射镜线性扫描器, 以 8 位模式对由每个曝光时间得到的软片图象进行数字化处理。这些图象可以以表示 $8.9 \times 8.9 \text{ cm}$ X 射线图的 1024×1024 不连续点的间距分辨率进行数字化处理。用于该目的的合适的软件包括由 Vision Ten 制造的 Radiographic Imaging Transmission and Archive (RITA)。然后对这些图象作频率曲线, 以记录每个灰度值出现的频率。记录每次曝光时间的标准偏差。

在所有下述步骤中都使用得到最大标准偏差的曝光时间。如果所有的曝光时间都得不到最大的标准偏差, 曝光时间的范围必须扩大至超出上述的范围。必须重新计算与扩大的曝光时间的图象有关的标准偏差。重复这些步骤, 直至清晰的最大标准偏差变得明显为止。使用最大的标准偏差, 使由数据散布得到的对比度最大。对于在图 8-14 中描述的试样而言, 约 2.5 - 3.0 分钟的曝光时间判定为最佳值。

以 12 位模式将最佳 X 射线图再进行数字化处理, 用高分辨率线性扫描器在 1 比 1 高宽比的 1024×1024 监测器上显示图象, 用由 Vision Ten 制造的 RITA 软件储存、测量并显示这些图象, 将扫描器物镜设定在每 1024 个像素约 8.9 cm 的视界内。现在, 以 12 位模式对软片进行扫描, 不仅对线性的而且对高至低的检查表进行平均, 以使图象返回至 8 位模式。

将该图象在 1024×1024 的线路监测器上显示。检查灰度值, 以确定横过 X 射线图暴露面积的任一梯度, X 射线图是没被试样

或标样所妨碍的。如果能满足下述三个标准的任意一个，就判定该X射线图是可接受的：

- 1) 胶片背景从一侧至另一侧的灰度值不含任何的梯度；
- 2) 胶片背景从顶端至底部的灰度值不含任何梯度；
- 3) 仅在一个方向上存在梯度，即，在X射线顶部的一侧至另一侧的灰度值的差被在X射线底部的同样的梯度差匹配。

确定是否可以满足第三个条件的一种可能的简化方法是检查位于X射线图4个角上的象素的灰度值，X射线图覆盖的是邻接的试样图象。

剩余的步骤可以用由加利福尼亚Fremont的Gould, Inc. 制造的Gould Model 1 P 9 5 4 5 图象处理机进行处理，它是利用Library of Image Processor Software (LIP S) 软件，通过一Digitized Equipment Corporation V A X 8 3 5 0 计算机作为主机来处理。

代表上述标准的胶片背景部分是通过使用算法以选择感兴趣的试样面积而选择的。将这些面积增大至 1024×1024 象素的尺寸，以模拟胶片背景。使用高斯滤光镜（基体尺寸 29×29 ）使形成的图象平滑。被确定为既不含试样，也不含标样的该图象然后被作为胶片背景而保存。

从在胶片背景上含试样图象的子图中数字地减去该胶片背景，以得到一新的图象。用于数字减法的算法规定，在0和128之间的灰度值应设定为零值。在129和255之间的灰度值必须从1-127进行重新作图（使用公式 $X - 128$ ）。重新作图修正相减图象中产生的负答数。记录下最大值，最小值，标准偏差，中等值，平均值，以及每个图象面积的象素面积。

只含试样和标样的新图象用作未来的参考。然后使用算法，选择性地设定用于含标样的每个图象面积单独确定的图象面积。对于每个标样，测量灰度值的频率曲线。这些单独确定的面积然后被频率曲线化。

然后使用由前述步骤得到的频率曲线数据推导出描述质量与灰度关系的回归公式，并用这些数据计算出质量/灰度公式的系数。自变量是平均灰度。因变量是每个标定样品中的每个像素的质量。由于零灰度被定义为具有零质量，因此，该回归公式必须有一个零的y截距。该公式可以利用任何普通的电子表格程序，并可以在通用的台式个人计算机上进行操作。

然后使用算法，确定只含试样的图象面积。在图9中显示的该图象用作进一步的参考，并且还按照每个灰度出现的数值分类。然后使用回归公式以及分类的图象数据确定总的计算质量。回归公式的形式为：

$$Y = A \times X \times N$$

其中Y等于每个灰度仓(bin)的质量；A等于回归分析的系数；X等于灰度(0-255)；N等于在每个仓(由分类的图象确定)中的像素数。所有Y值的总和得到总的计算质量。为了精确起见，随后将该值与由称重确定的实际试样的质量进行比较。

将图9标定的图象显示在监测器上，并使用算法分析图象的 256×256 象素面积。然后将该面积在每个方向上等量地放大6倍。所有下述图象都是根据该最终的图象形成的。

如果希望的话，最终图象的面积可以选作不同区域30, 32, 34或36的区段；最终图象的面积显示于图14中，并且含有不同

区域 3 0, 3 2, 3 4 和 3 6 的 1 0 个非随机的、重复图形的部位。将很清楚, 如果区域 3 0, 3 2, 3 4 和 3 6 之间的定量差很小, 为了保证结果统计有意义, 必需要多于十个部位。显示于图 1 4 中的最终图象被用作进一步的参考。使用装有光笔的数字化小平板, 可以使用相互配合的图示掩蔽程序, 以确定高定量区 3 4 和 3 6 和低定量区 3 0 和 3 2 之间的过渡区。操作者必须主观地、用手利用光笔, 在不连续区域 3 0 和 3 2 和连续区域 3 4 和 3 6 之间的中点处限定不连续区域 3 0 和 3 2; 并填入这些区域 3 0 和 3 2。操作者对每个限定的不连续区域 3 0 或 3 2 必须保证形成一个闭合回路。该步骤建立了一个根据灰度密度的变化能区分的在任何不连续区域 3 0 和 3 2 周围和之间的界限。

然后, 将在前述步骤中产生的图示掩蔽通过位面进行拷贝, 以设定所有掩蔽值 (如在区域 3 0 或 3 2 中的) 至零值, 并设定所有非掩蔽值 (如在区域 3 4 和 3 6 中的) 至 1 2 8。该掩蔽被用作进一步的参考。覆盖不连续区域 3 0 和 3 2 的该掩蔽随后在表面上在每个掩蔽区域 3 0 和 3 2 界线的周围扩大 4 个象素。

然后将上述图 1 4 放大的图象通过扩大的掩蔽而进行拷贝。这将产生图 1 2 所示的图象, 其只有被侵蚀的高定量区 3 4 和 3 6 的连续网络。图 1 2 的图象被用作进一步参考, 并分类用作每个灰度值出现的数目。

通过一使灰度值从 0 - 1 2 8 重新修整成 1 2 8 - 0 斜坡的查表法, 将原始掩蔽拷贝。该重新修整具有使掩蔽翻转的作用。然后将该掩蔽在内部在被操作者所画的界限周围扩大 4 个象素。该步骤具有侵蚀不连续区域 3 0 和 3 2 的作用。

通过第二个扩大掩蔽拷贝图 1 4 的放大图象，得到侵蚀的低定量区域 3 0 和 3 2。然后，将显示于图 1 0 的最终图象用作进一步的参考，并分类用作每个灰度出现的数目。

为了得到过渡区的象素值，将两个 4 个象素宽的区域扩大进入高和低定量区 3 0，3 2，3 4 和 3 6，其中一个必须结合两个由图 1 0 和 1 2 显示的和由扩大掩蔽制成的侵蚀图象。这是通过首先将两个侵蚀图象之一输入至一个记忆系统，而另一个侵蚀图象输入至另一个记忆系统而完成的。

使用图 1 0 的图象作为掩蔽，将图 1 0 的图象拷贝至图 1 2 的图象上。由于图 1 2 的第二图象被用作掩蔽系统 (mask channel)，因此，只是非零象素将被拷贝至图 1 2 的图象上。该步骤产生一图象，它含有侵蚀的高定量区域 3 4 和 3 6，侵蚀的低定量区 3 0 和 3 2，但不是 9 个象素宽的过渡区 3 3 (每次放大得 4 个象素，以及操作者的区域 3 0 和 3 2 的界线得 1 个象素)。图 1 3 显示的、没有过渡区的该图象用作进一步的参考。

由于在图 1 3 的图象的过渡区中对于过渡区 3 3 的象素值所有的都为零值，并且人们知道该图象不可能含大于 1 2 7 的灰度值 (根据减法运算得到)，因此将所有零值设定至 2 5 5。将所有取自在图 1 3 的图象中的侵蚀的高和低定量区 3 0，3 2，3 4 和 3 6 的非零值设至零值。这将产生用作进一步参考的图象。

为了得到过渡区 3 3 的灰度值，通过图 1 3 的图象拷贝图 1 4 的图象，得到仅 9 个象素宽的过渡区 3 3。在图 1 1 中显示的该图象用作进一步的参考并也进行分类作为每个灰色值出现的数目。

为了能测量低定量区 3 0 和 3 2，高定量区 3 4 和 3 6 以及过渡

区 3 3 的相应的定量差，于是分别使用每个上述分类图象的数据和分别在图 1 0，1 2 和 1 1 中显示的数据同时使用从标样推导出的回归公式。根据图象的频率曲线得到的每灰度仓的质量总和，确定任一区域 2 4，2 6，2 8 或 3 3 的总质量。定量是在考虑了任何放大率的情况下，将质量值除以象素面积而计算出。

在图 1 0 - 1 2 和 1 4 中显示的图象的每个区域的分类的图象数据（频率）可以表示为频率曲线，并以频率分布为纵坐标对质量（灰度）作图。如果最终曲线是单一型的，那么面积的选择和掩蔽的主观作图可能精确地进行。也可以对这些图象进行假着色，以致使每种颜色相应于包括在以下表内的一窄的定量范围，作为着色作图的可能的模型。

然后将前述步骤得到的图象可进行假着色，这是根据灰度范围进行的。已经发现表 IVA 显示的灰度表适用于纤维素纤维结构 2 0 的未起皱的试样。

表 IVA

灰度范围	颜色
0	黑
1 - 5	深兰
6 - 10	浅兰
11 - 15	绿
16 - 20	黄
21 - 25	红
26 +	白

另外，起皱的试样通常具有比类似的未起皱的试样更高的定量。发现在表IVB 中显示的灰度表适用于起皱的纤维素纤维结构 2 0 的起皱的试样。

表 IVB

灰度范围	颜色
0	黑
1 - 7	深兰
8 - 14	浅兰
15 - 21	绿
22 - 28	黄
29 - 36	红
36 +	白

最终的图象可以被转出到打印机/绘图机上。如果希望的话，可以横过上述任一图象绘制游标线，并且得出灰度的分布图。如果该分布图提供定性的重复图形，那么这就是进一步的说明，定量的非随机的、重复图形存在于纤维结构 2 0 的试样中。

如果希望的话，可以通过使用电子束光源代替上述的软性 X-射线来确定定量差。如果希望使用电子束进行定量的成象和确定，合适的方法被陈述于Luner 等人的 EP 0, 3 9 3, 3 0 5 A₂ 中 (1 9 9 0, 1 0, 2 4 公布)，为了说明确定在纤维结构 2 0 的不同区域 3 0, 3 2, 3 4 和 3 6 的定量差的合适的方法，在此引入该说明书以供参考。

纤维结构 2 0 的给定区域 3 0, 3 2, 3 4 或 3 6 的相应的密度可以如下方式定量地区分。提供面积至少为约 2.5 cm × 5.1 cm

(1 吋 × 2 吋) 的纤维结构的试样。必须认识到, 如果该面积与区域 3 0, 3 2, 3 4 或 3 6 的相应的尺寸有关, 那么可要求更大的试样, 或者更小的试样也可以是合适的。提供一水基标记 (magic marker), 如红色的 Berol marker *8800, 并且使用该水基标记, 用手均匀地将试样染色。然后将这些试样于室温、5 0 % 相对湿度干燥至少约 1 小时。

将试样按在两个预清洁的微载片之间。使用立体显微镜 (如尼康 SMZ - 2 T 型, 如可以从伊利诺斯州 Carpenterville 的 Frank E. Feyer 公司得到) 放置试样, 以致使与试样整个平面的任何不一致被对着显微镜的底座向下地调整。根据观测到的区域的相应尺寸, 将放大率调节至约 1 8 ×。主要是从试样的底部提供光源, 并将低密度区 2 4 和 2 6 和高密度区 2 8 之间的视在对比度调至最大。

如果高密度区域 2 8 的重复的非随机的图形出现的话, 那么该区域的颜色很可能是浅红色。相反地, 相对低密度区 2 4 和 2 6 将呈现深棕色。所述的色差是由不同的密度产生的。如果希望的话, 可以拍摄试样的彩色照片, 以随后证实由主体微观检查得到的观察结果。

另一个可供选择的方法是, 可以通过确定纤维结构 2 0 的不同区域 3 0, 3 2, 3 4 或 3 6 的定量差, 并将该定量差与纤维结构 2 0 的区域 3 0, 3 2, 3 4 或 3 6 的厚度结合, 定性或定量地确定密度差。厚度如下所述确定。

尽管在下面有若干种确定厚度的方法, 但优选的方法是存在于本文附图 1 5 A - 1 8 中的方法, 并且表示为取自所有在此所述厚度值的方法。然而, 可以使用任何确定纤维结构 2 0 厚度的精确的方法。

确定纤维结构 2 0 的不同区域 3 0, 3 2, 3 4 和 3 6 的厚度的

优选方法是外形地测量纤维结构 2 0 每个暴露面的正视图，如图 1 5 A 和 1 5 B 所述，这将在纤维结构 2 0 的一面上产生一系列等深线，并在另一面上产生一系列等基线。如下所述，这两个图的数据可以进行叠加，以确定纤维结构 2 0 的厚度。

如果希望的话，该试样可以如关于定量测量所述的用三个或更多的记号进行标记。合适的记号是冲切的孔。例如其中一个这样的孔出现在图 1 5 A，1 5 B 和 1 7 的坐标位置 2 . 5 0，3 . 7 5。

这些冲切孔使得不同区域 3 0，3 2，3 4 和 3 6 的厚度与相同区域 2 4，2 6 和 2 8 的定量相匹配，先决条件是相同的式样被用于两者的测量，而且，用于和在下述厚度测量期间，相同试样的相对面相匹配。由于软性 X 射线图象分析和构形扫描均为非破坏性的试验，因而是完全切实可行的。

可以使用联邦产品系列 4 3 2 轮廓仪 (Federal Products Series 4 3 2 profilometer) 进行构形测量，该轮廓仪含有 E A S - 2 3 5 1 型放大器，E P I - 0 1 0 4 9 型破裂探头，记录针的平坦的水平台；该仪器由 Federal Esteline 公司 (providence, Rhode Island) 出售。对于在此描述的测量而言，该记录针有 2 . 5 4 微米 (0.0001 英寸) 的半径和 2 0 0 毫克的垂直载荷。水平台是平面的，具有 0 . 2 微米的水平偏差。

将要测量的纤维结构 2 0 的试样置于水平台上，并使任何明显的皱纹变平滑。用磁性带，可以将试样固定就位。然后，以每分钟 6 0 mm (2 . 3 6 2 吋 / 分) 或 1 . 0 mm / 秒的速率，用方波图形对试样进行扫描。数据的数字化处理速率为每毫米转换 2 0 个数据点，因此每 5 0 微米取一次读数。

该试样在一个方向上跟踪 30 毫米，然后手工地进行标记，与此同时，在横向上有 0.1 毫米（0.0004 英寸）的移动。重复该方法，直至已扫描试样的希望的面积为止。该轨迹最好是在其中的一个冲切孔处开始，如下所述的反面的等值线图的记录是更易完成。

将数字化数据输入并通过任何傅里叶变换分析组件（Fourier transform analysis package）进行分析。已发现，利用由 S A S（Princeton, New Jersey）制造的如 Proc Spectra 的分析组件，操作良好。如图 1 6 A 和 1 6 B 中所述的纤维结构 20 的每个面的傅里叶分析显示了在那个面上非随机的、重复图形明显的间距。

例如，图 1 6 A，1 6 B 和 1 8 的傅里叶变换，显示了列于下表 V 中的每毫米出现的间距（在这些图的图线中表示为峰值）。为了易于对比，表 V 也给出了下面讨论的图 1 8 的间距值。

表 V

图 1 6 A	图 1 6 B	图 1 8
0.117	0.156	0.156
0.325	0.234	0.234
0.469	0.391	0.391
0.625	0.625	0.625
0.859	0.859	0.859
1.250	1.133	1.132
1.406	1.250	1.250
1.523	1.445	1.406
1.758	1.719	1.523

这些间距与非随机的重复图形中不同区域 3 0, 3 2, 3 4 和 3 6 的尺寸和分布有关。知道不同区域 3 0, 3 2, 3 4 和 3 6 的间距和大小就能简化下面其它具体的分析, 因为进行试验的人知道区域 3 0, 3 2, 3 4 和 3 6 的尺寸和这些区域 3 0, 3 2, 3 4 和 3 6 的间距。

区域 3 0, 3 2, 3 4 和 3 6 的厚度可以通过使用保证读数的记号以及将两个等值线图进行数字化叠加而确定。尽管进行记录时可以使用不同的单线轨迹来确定, 但必须认识到, 由于在轨迹之间不连续的性质和有限的距离, 必需有一些近似解和修正量。随后将叠加的数据数字化地相减。等基数据和等深数据间的差表示了在此位置试样的厚度。由于是通过两个表面相应的分离来确定厚度, 因此那个数据用作被减数和减数是无关紧要的, 因为差的绝对值表示厚度。

厚度数据可以如图 1 7 所示的等厚线进行标绘, 以使非随机的重复图形是否存在能用肉眼确定。当然, 等厚线还可以如图 1 8 所示通过傅里叶变换进行分析, 并被列入上表 V 中。在表 V 中显示的在间距处的峰值明显地表示存在非随机的重复图形。

确定纤维结构 2 0 试样的不同区域 3 0, 3 2, 3 4 和 3 6 的厚度是使用立体扫描显微镜。当与结构平面垂直地观察时, 任何显微镜都能定量地测量结构的高度尺寸。合适的显微镜是由 Leica 公司 (Chicago, Illinois) 制造的 Cambridge 3 - D 型 3 6 0 立体扫描电子显微镜。

选择特定设计的显微镜连杆头, 该连杆头具有通过平面环视野计限定的凹口中心。凹口防止试样中心的变更, 并由此测量下述的厚度。

通过将导电粘合剂只施加至连杆头顶面的视野计上，并避免导电粘合剂与中心凹口的任何接触或堆放。

将薄页纸幅慢慢地置于粘合剂的暴露面上，并压入位。必须十分小心以保持试样平坦、无摺子，并且与显微镜连杆头的平面状顶环平行。为了确定每一个厚度，要求两试样的安装。第一个试样一面朝上取向安放，第二个试样用该试样的相应面向下取向地安放。

该试样必须在显微镜上用肉眼观测，以对独特的非随机的规则重复厚度的数目作粗略的鉴定。每个鉴定的厚度随后必须定量地确定。

由图 4 表示的示范性的情况有 4 个不同的厚度区，厚度表示为 (A B)，(C D)，(E F) 和 (G H)。为了确定 4 个相应的厚度 (A B)，(C D)，(E F) 和 (G H)，记录具有第一面朝上取向的试样，并且确定与连杆头平面状顶环有关的点 B，D，F 和 H 的高度位置。可以理解为连杆头平面环与点 A 和 E 的高度位置相一致。该步骤可使用三维容量的显微镜来进行。利用具有相应表面向下取向的另一个试样，确定与点 A 或 E 高度位置相关的点 G 和 C 的高度位置。

为了在每个区至少有十个（或更多，如果需要保证统计有意义）独特的部位，应重复上述两个步骤，并将所有类似值取平均值。在每个表面上，精确地观测相同的位置是不需要的。在每个试样上十个（或更多）部位的随机选择，将促进试样的典型特征。

每个区的厚度通过从平面环垂直测量点的高度位置的相对差给出，并且可以借助减去上述的高度位置而确定。例如，在 (A B) 间的厚度是通过从点 B 的高度位置中减去点 A 的高度位置而得到的。同样地，在 (E F) 间的厚度是通过从点 F 的高度位置减去点 E 的高度位置而得到的。在 (C D) 间的厚度是通过从点 D 的高度位置（根据第一试

样)减去点A的高度位置而得到的。从该值中减去点C的高度位置减去点A(根据第二试样)的高度位置的值。同样地,在(GH)间的厚度是通过从点G的高度位置(根据第一试样)中减去点E的高度位置而得到的。从该值中减去点H高度位置减去点E的高度位置的值。

如果不希望使用主体显微镜的话,试样的不同区的厚度的确定,可以通过共焦激光扫描显微术测得。共焦激光扫描显微术可以利用能测量与试样平面垂直尺寸的任何共焦扫描显微镜来完成。由Sarastro Inc.(Michigan Ypsilanti)制造的Phoibos 1000型显微镜适用于该用途。

利用Sarastro共焦扫描显微镜,将约 $2\text{ cm} \times 6\text{ cm}$ 的纤维结构20的试样置于显微镜玻璃载片上。该显微镜载片放在物镜下面,并以相对低的放大率(约 $40\times$)进行观测。该放大率扩大了视界足以达到最大表面特征数。在这一较低放大率下进行观测时,应在试样的最突出部分上聚焦。

最好是利用显微镜的焦距微调 and 显示于显微镜的监测器上和Z轴读数,将显微镜载物台放下约 $100\ \mu\text{m}$ 。显微镜的光学图象输出从目镜转移至光具座上。该转移将使根据操作者眼睛的图象输出变成显微镜检测器的图象输出。

利用显微镜计算机,输入步长和区域数。对图1-3B所述的试验而言,已发现约 $40\ \mu\text{m}$ 步长和20个区域数是合适的。对于垂直于试样平面的 $800\ \mu\text{m}$ 的总深度,这些参数导致在 $40\ \mu\text{m}$ 间隙中20个光学xy限幅(Slices)的获得。

这样的设定使已获得的光学区域能在纤维结构20试样顶面之上一点儿,能在纤维结构试样底面之下一点儿。本专业技术熟练人员将

很清楚，如果希望更高分辨率的话，就要求更小的步长和更多量的步。

利用这些设定开始扫描处理。在希望的间隙内，显微镜的计算机将得到希望的xy限幅数，将从每个限幅数字化处理的数据存入显微镜的记忆系统。

为了得到所关心的测量值，在计算机监测器上观测每个限幅，以确定哪个限幅提供所关心特征的最有代表性的观测，特别是试样的厚度。在观察最好地显示试样不同厚度的该试样限幅的同时，类似于图2所示，穿过试样所关心的区域30，32，34或36画一条线。使用显微镜的xy函数，以致使显示了扫描线的横截面图。该横截面图由所有取自试样的限幅制得。

为了测量厚度，加入两个所关心的Z轴点。例如，为了测量区域30，32，34或36的厚度，要在试样各自的对立面上加入两个点。

如果不希望使用立体扫描显微镜或共焦激光显微镜以确定试样厚度的话，可以使用参考镜检用刀，以确定试样的厚度，为了利用参考镜检用刀确定纤维结构20不同的厚度，提供约2.54 cm×5.1 cm（1吋×2吋）的试样，并在刚性卡纸夹具上固定。卡纸夹具置于硅模中。将6份低分子聚酰胺树脂，4份Epon 812树脂和3份1,1-三氯乙烷的混合物在烧杯中混合。然后将该树脂混合物置于低速真空干燥器中，并除去气泡。

然后，将该混合物倒入装有卡纸试样夹具的硅模中，以致使试样完全润湿和浸在混合物中。熟化该试样至少12小时。并使树脂混合物硬化。从硅模中取出该试样，并将卡纸夹具从试样上取走。

用参考点对该试样作标记，以精确地确定随后进行测量的该点。

最好是，在纤维结构 20 试样的平面图和不同的截面图中都使用同样的参考点。

为了标记参考点，可以使用分解导向装置 (resolution guide)。该分解导向装置通常可以是平面状的，并且在树脂固化和/或照相之前放置于该试样的顶上。具有向外伸展的对比记号、最好是切向延伸的分解导向装置是合适的。已发现，特别适于此用途的是由 Stouffer Graphic Arto Equipment Co. (South Bend Indiana) 制造的 #1-T 分解导向装置。将该分解导向装置叠加在该试样上，最好是取向的，以致使记号的长轴与试样的边缘成一直线或与出现在试样中的任何图形成一直线或与出现在试样中的任何图形成一直线。

将试样置于由 American Optical Company (Buffalo, New York) 出售的 860 型切片机中并铺平。然后借助该切片机以片状从试样中除去该试样的边缘，直至出现平滑表面为止。

从该试样中除去足够数量的小片，以致使可以精确地再现不同区域 30, 32, 34 和 36。

对于在此所述的具体例而言，从平滑表面切取每片约 $100\ \mu\text{m}$ 厚的小片。至少需要约 10 至 20 片，以致使可以确定纤维结构 20 的厚度差。

利用油的掩蔽罩 (cover slip)，将由切片机制得的三至 4 个试样顺序地安放在载片上。再将载片和该试样安装在光导显微镜 (light transmission microscope) 中，并以约 $40\times$ 的放大率进行观测。为再现该小片的剖面图，对该小片拍照，直至顺序地拍摄到所有 10 - 20 个小片为止。通过观察切片机切片的各自的照片，当纤维结构构形的剖面图再现时，就可以确定厚度差。通过知晓在参考

点和在从参考点伸展出的不连续区域 3 0, 3 2, 3 4 或 3 6 的相应的定量, 以及厚度差, 可以定性地确定密度差。

在区域 3 0, 3 2, 3 4 和 3 6 之间的厚度差可以通过对叠放在现场 (field) 的带有刻度的任何有代表性的试样小片进行拍照而容易在确定。在纤维结构 2 0 的每个向外取向的面上, 将试样的刻度与极限值进行比较, 这样就可以容易地确定在研究中的区域 3 0, 3 2, 3 4 或 3 6 的厚度。通过对平面图中的试样和分解导向装置进行拍照, 能找到在试样任意位置上记号的取向和宽度或间距, 并且能与切片匹配, 以确定有利于厚度测量的特别区域 3 0, 3 2, 3 4 或 3 6。还可以使用参考导向装置以及上述的软性 X-射线的步骤, 以致使在纤维结构的适当位置, 在厚度测量的研究中, 区域 3 0, 3 2, 3 4 或 3 6 的精确确定成为可能。

另一种可供选择的方法是, 根据任一下述文章的教导, 使用主体扫描显微镜, 可以确定厚度差。所述的文章分别是: breton 等人著的 A Dynamic Real Time 3-D Measurement Technique for IC Inspection, 出版在 Microelectronic Engineering (5 4 1 - 5 4 5, 1 9 8 6) 中; Breton 等人著的 Integrated Circuit Metrology, Inspection and Process Control, 出版在 the Proceedings of S P I E - International Society for Optical Engineering (7 7 5 卷, 1 9 8 7, 3) 中; 或由 Breton 等人著的 Realtime 3 D SEM imaging and measurement technique, 出版于 the European Journal of Cell Biology (4 8 卷增刊 2 5, 1 9 8 0) 中。在此引入这些文章, 用作用于确定厚度差的另一种工艺的显示用。

在纤维结构的不同区域 3 0, 3 2, 3 4 和 3 6 之间的相应密度差确定的技术将使用另外两个已知的内涵性能。特别是, 如上所述, 能找到高定量区 3 4 和 3 6 的定量与低定量区 3 0 和 3 2 的定量的比值。同样地, 如上所述, 能找到高定量区 3 4 和 3 6 的厚度与低定量区的厚度的比值。

因此, 本领域技术熟练人员将很清楚, 如果纤维结构 2 0 是根据本发明的教导制备的话, 定量的比值除以厚度的比值将得到高密度区 2 8 和低密度区 2 4 和 2 6 之间的密度比值。用代数方法, 它可表示为:

$$\text{密度} = \text{定量} / \text{厚度}$$

$$R_{Bw} = \frac{\text{高定量区 3 4 和 3 6 的定量}}{\text{低定量区 2 6 的定量}}$$

其中 R_{Bw} 是定量的比值。同样地,

$$R_T = \frac{\text{高定量区 3 4 和 3 6 的厚度}}{\text{低定量区 2 6 的厚度}}$$

其中 R_T 是高定量区 3 4 和 3 6 与低定量区 3 0 和 3 2 的厚度的比值。

因此, $R_{\Delta} = R_{Bw} / R_T$

其中 R_{Δ} 是高定量区 3 4 和 3 6 与低定量区 3 0 和 3 2 的密度的比值。

本技术领域熟练技术人员将很清楚，如果定量保持恒定，那么，对于任何特定的区域 3 0，3 2，3 4 或 3 6 而言，厚度的比值将等于密度的比值。因此，如果能确定区域 3 0，3 2，3 4 和 3 6 是恒定的定量，只要确定如上所述的厚度比值，同时也就确定了密度的比值 $R \Delta$ 。如果该比值 $R \Delta$ 小于 0.75 或大于 1.33，那么密度变化就大于 2.5%。

预定平均孔径

为了确定预定平均孔径的相应差值，可以使用尼康公司（纽约）出售的 SMZ-2T 尼康立体显微镜，以及 C-mounted Dage MTI 型 NC-70 摄像机。从显微镜得到的图象可以通过目镜立体地观测，或在计算机监测器上以二维进行观测。从连接至显微镜的摄像机得到的模拟图象数据可以通过一视频卡（由 Massachusetts, Marlboro 的 Data Translation 制得）进行数字化处理，并在 MacIntosh IIx 计算机（由 California, Cupertino 的 Apple Computer Co. 制得）上进行分析。用于数字化处理和分析的合适的软件是 IMAGE, version 1.31（可从位于华盛顿哥伦比亚特区的 the National Institute of Health 得到）。

通过目镜观测试样，利用显微镜的体视性能确定其中纤维基本上是在该试样的平面内试样的面积，和纤维与试样平面的法线偏斜的该试样的其它的面积。可以预期，具有与试样平面的法线偏斜的纤维的面积密度将比具有主要是平躺在试样平面内的纤维的面积密度低。为了进行进一步的分析，必须选择每种上述纤维分布有代表性的两个面积。

为了让使用者便于区分所关心的试样的区域，可以使用一手持的

不透明膜片，该膜片有比要分析的区域稍大一点的透明观测口。对安放在显微镜载物台中心的具有所关心的区域的该试样进行处理。将膜片放在该试样的上方，以致使透明观测口被对准，并找准要分析的区域。随后将该区域和观测口对准在监测器的中央。必须取走该膜片，以致使任何透明度的观测口都不会使该分析出现偏差。

当该试样在显微镜载物台上时，调整背光，以致使相当细的纤维能用肉眼观测。确定极限灰度，并设定与较小尺寸的毛细管相一致。如上所述，已发现总共 256 个灰度操作良好，其中 0 表示完全出现白色，255 表示完全出现黑色。对在此所述的这些试样而言，在检测毛细管时，出现约 0 - 125 的极限灰度操作良好。

将整个选择区进行双着色，具有第一颜色的区域表示如不连续质点的检测的毛细管，存在的未检测的纤维通过灰度变化来表示。利用鼠标器或者利用在软件中找到的正方图形，分割该整个的选择区域，并在该试样的环绕部分涂胶。表示穿透试样厚度的毛细管的投影的极限灰色质点数和它们的平均尺寸（以面积单位）可以使用软件而容易地制成表。该质点的尺寸单位将或者以像素或者如果希望的话，可以校正为 μm ，以确定各自毛细管的实际表面积。

对于所关心的第二区域，重复该步骤。将第二区域对准在监测器的中央，然后分割，并利用所希望的手持式膜片对该试样的剩余部分涂胶。再计算表示穿透试样厚度的毛细管的投影的极限质点，并将它们的平均尺寸制成表。

确定投影平均孔径的任何差值。如果两个区域的质点的平均孔径相差大于 25%，那么这两个区域的内涵性能同样地被认为相差大于 25%。

确定图形

知道了根据定量和厚度（和由此得到的密度或投影平均孔径）区分的不同区域 3 0，3 2，3 4 和 3 6 的尺寸和间距后，就能确定在纤维结构 2 0 中是否存在非随机的重复图形，足以确定至少三个不同的区域 3 0，3 2，3 4 和 3 6。如果厚度和定量测量的尺寸或间距与另一个不同的话，至少存在三个区域 3 0，3 2，3 4 和 3 6。

如果尺寸或间距相同，那么至少存在三个区域 3 0，3 2，3 4 和 3 6，假定这些参数与纤维结构 2 0 位置不匹配，在这种场合，只存在两个区域 2 4' 和 2 6'。匹配的位置通常可以在放大的条件下，通过对试样的肉眼观测而确定。如果希望更精确或定量的确定，可以使用上述的记号来进行测量，以保证读数。

当然，必须认识到，上述的分析方法，只是关于可以用什么方法来区分特定纤维结构 2 0 内涵性能差别的一些建议。本领域技术熟练人员还将认识到，还可以存在其它可行的分析方法，将被使用的分析方法的最终选择是通过将现有技术的说明与在研究中的特别试样相吻合而调节的。

如上所述的纤维结构 2 0 可以根据图 5 所述的装置进行制备，其制备方法包括如下步骤：提供纤维淤浆；提供液体可渗透的纤维留着成形元件，该元件基本上以平面的构形留着纤维；提供将纤维淤浆沉积在成形元件上的装置 4 4；提供施加压差至与压差协同操作元件一致的选择的部分淤浆的装置；提供干燥纤维淤浆的装置 5 0 a 和 / 或 5 0 b。该方法可以用具有成形带 4 2 作为液体可渗透的纤维留着成形元件的改良型造纸机来进行操作。该沉积的纤维淤浆最终将形成上述图 2 或 3 A 和 3 B 的纤维结构 2 0 的一种。

所提供的纤维淤浆包含多种纤维的混合物，如希望的话，在液体载体中可包括纤维素纤维和非纤维素纤维。最好是液体载体是含水的，但这并不是必需的。纤维通常是以约 0.1 - 约 0.3 的百分浓度以基本上均匀的形式分散的。在此所用的“浓度”等于在该体系中的干纤维重量与该体系的总重量的比值乘以 100。当如下所述的方法的步骤顺序进行时，混合物的浓度通常将增加。

当然，应该知道，某些纤维，特别是较短长度的那些纤维可以通过成形元件与液体载体的滤水一起排出，但仍然认为该成形元件是纤维留着的。然而这基本上不会对该方法的这个步骤起反作用，成形元件可以包含多孔的薄膜、辊或板。特别优选的成形元件是图 6 所述的连续成形带 42。如果成形带 42 被选作成形元件，如图 7 所示，该成形带 42 有两个相互对立的面，第一面 53 和第二面 55。该第一面 53 是与被形成纤维结构 20 的纤维相接触的成形带 42 的表面。该第一面 53 在现有技术中被称之为成形带 42 的纸接触面。该第一面 53 有两个构形区 53a 和 53b。区域 53a 和 53b 是通过成形带 42 的第二面即反面 55 的垂直变量来区分的。所述的垂直变量认为是在 Z 方向。在此所用的“Z 方向”指的是直接离开，并通常是与成形带 42 垂直，将成形带 42 考虑为平面的、二维结构。

成形带 42 必须能够承受住所有已知的应力和操作条件，并在此条件下处理和制造出纤维素的二维结构。特别优选的成形带 42 可以根据 Johnson 等人的 US 4, 514, 345 (1985, 4, 30 公布) 的教导制得，特别是 Johnson 等人的专利的图 5，该专利在此引入用于显示本发明使用的特别合适的成形元件以及该成形元件的制造方法。

成形带 4 2 至少在一个方向、特别是从该带的第一面 5 3 通过成形带 4 2 至成形带 4 2 的第二面的方向上是液体可渗透的。在此所用的“液体可渗透的”指的是这样一种状态，就是纤维淤浆的液体载体可以透过成形带 4 2 而没有明显的阻扰。当然，为了保证成形带 4 2 具有适当的渗透度，施加轻微的压差以辅助液体通过成形带 4 2 是有益的甚至是必须的。

然而，整个成形带 4 2 的表面均为液体可渗透，这并不是必需的，乃至是不希望的。仅仅需要的是纤维淤浆的液体载体能容易地从淤浆中除去，在成形带 4 2 的第一面 5 3 上留下一沉积纤维的初期纤维结构 2 0。

成形带 4 2 也是纤维留着的。不考虑任何特定纤维的取向或排列，如果在此所用的元件在其上能以宏观预定的图形或几何构形沉积大部分纤维的话，就认为该元件是“纤维留着的”。当然，我们既不期望纤维留着元件基本上能留着百分之百的纤维（特别是例如纤维的液体载体从该元件中排出），也不期望这样的留着保持不变。只需要纤维被留着在成形带 4 2 或其它纤维留着元件上保持一段足以使该方法的步骤能令人满意地完成的时间。

成形带 4 2（或任何其它的成形元件，还必须能和施加压差至纤维淤浆选择部分的装置协同作用。这一合作有助于形成如上所述的纤维结构 2 0，该结构具有如图 2 所示的至少三个内涵可区分的区域 2 4，2 6 和 2 8；或者是如图 3 A 和 3 B 所示的至少四个内涵可区分的区域 3 0，3 2，3 4 和 3 6。因此，当与装置的其它部分协同使用时，成形带 4 2 也必须能诱导在纤维结构 2 0 的定量或密度有差异的非随机的规则的构图，尽管（如下所述）这样的构图的差异也可

以通过用于制造过程中装置的其它元件来诱导。

在此所用的纤维的“初期纤维结构”指的是被沉积于成形带 4 2 上的纤维，其容易在 Z 方向上变形，它也许可以但很可能分散于高百分比的液体载体中。通过以约 2%—约 3.5% 的浓度维持该初期的纤维结构 2 0，沉积的纤维在 Z 方向将是更加顺从的，并更容易发生偏斜。

再参考一下图 6，为了限定两个互相对立面 5 3 和 5 5，可以把成形带 4 2 看作具有加强结构 5 7 和与加强结构 5 7 面对面连接的构图排列的突起物 5 9。加强结构 5 7 可以包含带孔元件，如织网或其它带孔结构。加强结构 5 7 基本上是液体可渗透的，并能保持突出物 5 9 以希望的图形。如平面图所示，虽然合适的带孔加强结构 5 7 是具有约 6—50 股线/厘米（1.52—1.27 股/吋）的目数的网，但必须认识到，经线经常被重叠，使上述规定的经线支数加倍。在线之间的开口通常可以是方的，如所示的，或者可以是任何其它希望的截面。这些线可以由聚合纤维束，织物或无纺织物组成。

加强结构 5 7 的一面 5 5 从宏观看基本上是单平面的，并且包含成形带 4 2 的向外取向的面 5 3。如上所述，成形带 4 2 的向内取向的面常被称之为成形带 4 2 的背面，它与用于造纸作业的至少部分装置相接触。加强结构 5 7 的对立面即向外取向的面 5 3 可被称之为成形带 4 2 的纤维接触面，如上所述，因为纤维淤浆被沉积于成形带 4 2 的面 5 3 上。

连接至加强结构 5 7 的构图排列的突出物 5 9 最好包含独立的突出物 5 9，如图 7 所示，该突出物 5 9 连接加强结构 5 7 的向外取向面 5 3 的最接近的垂直切面 5 3 a，并由此向外延伸。突出物 5 9 也

被认为是纤维接触的，因为，当在成形带 4 2 上沉积纤维淤浆时，构图排列的突出物 5 9 将接受纤维淤浆，而且实际是被纤维淤浆所复盖的。

可以用任何已知的方法将突出物 5 9 连接至加强结构 5 7 上，特别优选的方法是分批将含有可硬化的光敏聚合树脂的许多突出物 5 9 连接至加强结构 5 7 上，而不是单独地将突出物 5 9 构图排列的每一个突出物 5 9 连接至加强结构 5 7 上。构图排列的突出物 5 9 最好是通过使用大量通常为液体的物质来形成，结果是，当进行固化时，该物质与突出物 5 9 连接，并组成部分突出物 5 9，如图 7 所述，并且至少部分地以接触关系包围加强结构 5 7。

必须设置构图排列的突出物 5 9，以致使纤维淤浆的纤维可产生偏斜进入的许多导管从突出物 5 9 的自由端 5 3 b 至加强结构 5 7 的向外取向面 5 3 的最接近垂直切面 5 3 a 的 Z 方向延伸。这种排列对成形带 4 2 提供了一确定的构形，并且便于在其中的液体载体和纤维流至加强结构 5 7（或其它连接构图排列突出物 5 9 的其它结构）上，在加强结构上液体被排走，纤维将根据随后施加的压差而进行排列。

突出物 5 9 是不连续的，并最好有规则的间隔，以致使在纤维结构 2 0 的基本上连续的网络 2 4 中不会形成宏观的弱点。在邻近的突出物 5 9 之间有导管，通过此，载体和纤维可以排至加强结构 5 7 上。更优选的是，突出物 5 9 以预定的、非随机的重复图形进行分布，以致使纤维结构 2 0 的基本上连续的网络 2 4（其是在突出物 5 9 的周围形成的）能更均匀地分布施加至整个纤维结构 2 0 上的拉伸载荷。最优选的是，突出物 5 9 是双向交错的排列，以致使最终纤维结构 2 0 中邻接的低定量区 2 6 与被施加拉伸载荷的两个主要方向不成一

直线。

如图 7 所示，竖立的突出物 5 9 是在其近端连接至加强结构 5 7 的向外取向面 5 3，并从该面 5 3 延伸至远端或自由端 5 3b，该自由端 5 3b 最大程度地限定出自加强结构 5 7 的向外取向面 5 3 的突出物 5 9 的构图排列的垂直偏差。因此，成形带 4 2 的向外取向面 5 3 在两个垂直切面处被限定。向外取向面 5 3 的近端垂直切面是通过连接突出物 5 9 的近端 5 3a 的加强结构 5 7 的表面来限定的；当然，要考虑在固化时任何围绕加强结构 5 7 的突出物 5 9 的物质。向外取向面 5 3 的远端垂直切面是由构形排列的突出物 5 9 的自由端 5 3b 来限定的。成形带 4 2 的对立面即向内取向面 5 5 是通过加强结构 5 7 的其它面来限定的，当然，要考虑任何在固化时围绕加强结构 5 7 的突出物 5 9 的物质；该面与突出物 5 9 的外延方向是相反的。

突出物 5 9 可以垂直于成形带 4 2 的平面从加强结构 5 7 的向外取向面 5 3 的近端向外延伸约零毫米（包藏在经纬线之间的开口内）至约 1.3 毫米，最好是在约 0.15 ~ 0.25 mm。如果突出物 5 9 在 Z 方向上有零外延，那么就有更大的可能导致恒定定量的纤维结构 2 0。如果希望形成带孔纤维结构 2 0，或者总体都是相对高定量的纤维结构 2 0，那么，必须使用这样的突出物，其通常是从加强结构 5 7 的向外取向面 5 3 的近端垂直切面 5 3a 进一步延伸的，并在 Z 方向上具有较大的尺寸。相反地，如果希望在纤维结构 2 0 的邻接区之间的定量差变得最小，必须使用通常是较短的突出物 5 9。

基本上连续的网络的拉伸载负承受能力很大程度地受突出物 5 9 的影响。突出物 5 9 最好没有尖角，特别是在 xy 平面内，以致使消除了纤维结构 2 0 的图 2 的高定量区 2 4 和 2 8，图 3 A 和 3 B 的

高定量区 3 4 和 3 6 中的应力集中。特别优选的突出物 5 9 是弯曲菱形的，它具有带切成圆角的类似菱形的截面。

不考虑突出物 5 9 的截面积，突出物 5 9 的侧面通常可以是相互平行的，并垂直于成形带 4 2 的平面。此外，突出物 5 9 的侧面也可以被稍微削尖一点。得到截头的圆锥形。

并不需要突出物 5 9 有均一的高度、或者是突出物 5 9 的自由端 5 3 b 至加强结构 5 7 的向外取向面 5 3 的近端垂直切面 5 3 a 有相同的间隔。如果希望将比在此所述的更复杂的图形引入纤维结构 2 0 的话，这对本领域熟练技术人员将知道，这可以借助由竖立突出物 5 9 的若干 Z 方向标高限定的构形来完成，每个标高能得到与由其它标高的突出物 5 9 限定的纤维结构 2 0 的区域得到的不同的定量。此外，还可以借助具有由多于两个垂直切面限定的向外取向面 5 3 的成形带、通过其它一些方法来完成，例如，将具有均匀尺寸的突出物 5 9 连接至加强结构 5 7 上，该加强结构具有相对于突出物 5 9 Z 方向外延有显著变化的平整度。

构图排列的突出物最好是落在成形带 4 2 的预定表面内，并以该表面的百分比来计算，它可以占成形带 4 2 总预定表面的约 20 - 80 %；加强结构 5 7 组成了成形带 4 2 预定表面的剩余部分。构图排列的突出物 5 9 对成形带 4 2 的总预定表面所起的作用被看作为每个突出物 5 9 投影面积的集合；投影是相对并垂直于加强结构 5 7 的向外取向面 5 3 的最大投影。

应该认识到，当突出物 5 9 对成形带 4 2 的预定表面所起的作用减小时，先前所述的纤维结构 2 0 的高定量基本上连续的网络 2 4 将增大，使经济的利用原料变得最小。而且，当纤维长度增加时，必须

增加成形带 4 2 的近端垂直切面 5 3 a 的邻近突出物 5 9 之间的预定表面积，否则，这些纤维可能不能覆盖突出物 5 9，而且也不能通过由近端垂直切面 5 3 a 的预定表面限定的加强结构 5 7 的邻近突出物 5 9 之间的导管。

成形带 4 2 的第二面可有一个确定的，易见的构形，或可以是宏观基本上是单平面的。在此所用的“宏观基本上单平面的”指的是成形带 4 2 的几何形态，就是当成形带 4 2 置于二维结构中时，与绝对平整性相比只有较小的并且是容许的偏差，该偏差对于成形带 4 2 用于如上所述的和如下所要求的纤维素纤维结构 2 0 的生产的性能没有反作用。第二面 5 5 两种几何图形—构形是单平面的和宏观基本上是单平面的都是可以接受的，只要成形带 4 2 的第一面 5 3 的构形不被较大尺度的偏差所打断，成形带 4 2 可用于在此所述的加工步骤中。成形带 4 2 的第二面 5 5 可以与用于制造纤维结构 2 0 的过程中的设备接触，在现有技术中被称之为成形带 4 2 的纸机侧。

再参考一下图 5，还提供了一用于将纤维淤浆沉积在液体可通过的成形带 4 2 上、更具体地是沉积在具有不连续竖直突出物 5 9 的成形带 4 2 的面 5 3 上的装置 4 4，结果是，加强结构 5 7 和突出物 5 9 被纤维淤浆完全覆盖，除非希望纤维结构 2 0 的低定量区 2 6 是带孔的，在该情况下，由突出物 5 9 的自由端 5 3 b 限定的构形将不被沉积的纤维淤浆所覆盖。网前箱（现有技术中熟知的）可以有利地用于此目的。尽管有若干种类型的网前箱 4 4 在现有技术中都是已知的，但已发现一种运转良好的网前箱 4 4 是常规的长网网前箱 4 4，它通常是连续地施加并沉积纤维淤浆至成形带 4 2 的向外取向面 5 3 上。

用于沉积纤维淤浆的装置 4 4 和成形带 4 2 相互成比例地运动，结果是，在连续过程中，通常是一致量的淤浆被沉积在成形带 4 2 上。另一种方法是，可以将淤浆以间歇过程沉积于成形带 4 2 上。最好是，用于沉积纤维淤浆至可渗透成形带 4 2 上的装置 4 4 是能够调节的，结果是，当成形带 4 2 和沉积装置 4 4 之间的差动率增加或减小时，每单位时间沉积在成形带 4 2 上的纤维淤浆量分别地可以加大或减少。

还提供了用于干燥纤维淤浆的装置 5 0 a 和 / 或 5 0 b，它们能使纤维的初期纤维结构 2 0 干燥形成至少 9 0 % 浓度的二维纤维结构 2 0。任何在造纸技术中熟知的简便的干燥装置 5 0 a 和 / 或 5 0 b 都能用来干燥纤维淤浆的初期纤维结构 2 0。例如，压榨毛毯，热罩，红外辐射，鼓风干燥器 5 0 a，和扬克式烘缸（每一个都可以单独使用或组合使用）是令人满意的并且在现有技术中是熟知的。特别优选的干燥方法是顺序地使用鼓风干燥器 5 0 a 和扬克式烘缸 5 0 b。

还提供了施加压差至纤维结构 2 0 的选择部分的装置。该压差可以引起纤维结构 2 0 的区域 2 8，3 2 和 3 6（图 2，3 A 和 3 B）的增浓或去增浓。可以在液体载体排掉太多之前的任一处理步骤中，将压力施加至纤维结构 2 0，最好是在纤维结构 2 0 仍是初期纤维结构 2 0 时施加压差。如果在施加压差之前已排掉了太多的液体载体，那么，纤维可能会太挺硬，不能完全地与突出物 5 9 的构图排列一致，因而，将得到不具有如上所述的有不同定量区的纤维结构 2 0。

在此所用的“压差”意思是横跨二维结构 2 0 的对立面的每单位面积的净压力。最好是施加在成形带 4 2 的对立面 5 3 和 5 5 上。该压差是局部施加的，并不是均匀地在整个二维纤维结构 2 0 上施加，而只施加至纤维结构 2 0 的选择区域 2 8，3 2 和 3 6（图 2，3 A 和

3 B)。

重要的是，在其上施加压差的纤维结构 2 0 的选择区 2 8，3 2 和 3 6（分别于图 2，3 A 和 3 B 中）与纤维结构 2 0 的原始区 2 4 和 2 6（图 2），或 3 0 和 3 4（图 3 A 和 3 B）不一致，原始区是通过成形带 4 2 的构形垂直切面 5 3 a 和 5 3 b 限定的。更具体地说，这样的选择区 2 8，3 2 和 3 6 必须有不一致的构形，该构形由成形带 4 2 的向外取向面 5 3 的两个垂直切面 5 3 和 5 3 b 限定；因此，通过属于成形带 4 2 不一致构形的在尺寸、间距、图形（或其任意结合）的不同，而使纤维结构 2 0 的定量产生不一致的变更。

例如，如果承受压差的选择区 2 8，3 2 和 3 6（图 2，3 A 和 3 B）与在突出物 5 9 自由端 5 3 b 处的突出物 5 9 的构图排列的横截面尺寸相同，但在纵向或横向或纵横两个方向将施加不重合的压差，那么，所述选择区将具有与前述成形带 4 2 的构形垂直切面 5 3 和 5 3 b 不一致的构形。同样地，如果承受压差的选择区 2 8，3 2 和 3 6（图 2，3 A 和 3 B）比突出物 5 9 自由端 5 3 b 的横截面大的话，这样的选择区 2 8，3 2 和 3 6（图 2，3 A 和 3 B）将与前述成形带 4 2 的构形垂直切面 5 3 a 不一致。

当然，必须认识到，如果承受压差的选择区 2 8，3 2 和 3 6（图 2，3 A 和 3 B）面积大于突出物 5 9 的自由端，那么，某些重叠的选择区 2 8，3 2 和 3 6 将进入图 2 的基本连续的网络 2 4，图 3 A 和 3 B 的网络 3 4 以及进入图 2 的低定量区 2 6 和 3 2，将产生 3 A 和 3 B。该重叠部分对在此所述的方法以及由此得到的结构 2 0 通常是无害的。因而，不需要采取任何特殊的步骤来避免这种重叠。

施加至纤维结构 2 0 上的压差可以是机械压力，它是由刚性元件

对二维纤维结构 2 0 Z 方向的干扰所引起的。通常，这样的 Z 方向干扰将减小厚度，并使干扰区 2 8 产生致密，所述的压差是选择性地施加至干扰区 2 8 的。如图 5 所示，用于施加压缩的、致密的压差至纤维结构 2 0 的选择区 2 8，3 2 和 3 6（图 2，3 A 和 3 B）的装置不再和竖立突出物 5 9 的构图排列有关系。

本领域熟练技术人员来很清楚，为了防止施加的压差留下不希望的孔或撕裂，换句话说就是为了防止被施加压差的纤维从纤维结构 2 0 上裂开，必需要有另外的元件。防止选择性地施加压差而使纤维结构 2 0 的选择区 2 8，3 2 和 3 6（图 2，3 A 和 3 B）致密和去致密的元件被称之为压差协同操作元件。如下所述，压差协同操作元件可以是平滑的刚性表面，如可以在压辊 6 4，杨克式烘缸 5 0 b 上找到，或可以是具有确定构形的另一带 4 6。

如上所述，重要的是，将压差选择性地施加至纤维结构的区域 2 8，3 2 和 3 6；这些区域与由不同定量限定的图 2 的原始区 2 4 和 2 6；或图 3 A 和 3 B 的纤维结构的原始区 3 0 和 3 4 是完全不同的，以致使产生不一致。为了保证不产生一致而是产生不一致，必须将纤维结构 2 0 从成形带 4 2（或其它成形元件）（在成形带 4 2 上已沉积了纤维淤浆）上转移至另一个元件上，该元件可以用来不一致地选择性地施加压差。

该元件的一个优选例是如图 4 所述的第二带 4 6，它具有真空可通过的区 6 3 和凸块 6 1，该凸块与在其上沉积纤维淤浆的成形带 4 2 的构图排列的突出物 5 9 是不一致的，因此，使得表示初期纤维结构 2 0 的不同定量区的图 2 的区 2 4 和 2 6 不一致，或图 3 A 和 3 B 的区 3 0 和 3 4 不一致。第二带 4 6 和凸块可以是连续的或不连续

的，并连接至加强结构 5 7 上。凸块 6 1 的自由端 5 3 b 可以用来相对于成形带 4 2 压缩图 2 纤维结构 2 0 的选择区 2 8，使与图 2 二维纤维结构 2 0 周围的高定量区 2 4 相应的该区域 2 8 产生致密。

本领域熟练技术人员将很清楚，用第二带 4 6 的凸块 6 1 对准的纤维结构 2 0 的低定量区 2 6 与对准的相对于纤维结构的高定量区 2 4 有更高定量的区 2 8 相比，将不会被压实至相同的程度，因为，该较低定量区 2 6 具有较少的纤维，并且是更加顺从的；因而它可以通过凸块 6 1 变形成前述的构形，因此，与其说压差协同操作元件没有显著的压实作用，倒不如说在其间压缩没有压实作用。

在向外取向面 5 3 上有肘状节并且由重叠的经纬线组成的第二带 4 6（在现有技术中是熟知的）对纤维结构 2 0 产生一凸块 6 1 的图形，该图形的尺寸和位置统计地将与由相应的第一成形带 4 2 所述的突出物 5 9 产生的图 2，3 A 和 3 B 纤维结构的低定量区 2 6 和 3 0 的图形不一致。适于此目的的第二成形带 4 6 描述于 Sanford 等人的 US 3, 301, 746（1967, 1, 31 发表）中，在此引入该专利用作显示用于施加压差至二维纤维结构 2 0 的合适的压差协同元件。当然，相对于在其上沉积纤维淤浆的成形带 4 2 的突出物 5 9 的尺寸和间距而言，通过对第二带 4 6 的凸块 6 1 的尺寸或间距作很小的改变，就能实质上保证，它们的图形决不相似，并取得不一致。

另一方法是，第二带 4 6 可以由构图排列的凸块 6 1 和与用于第一成形带 4 2 相类似或相同的其它合适的结构和加强结构 5 7 制成。在还有的另一种方法中，该第二带 4 6 的凸块 6 1 可以形成一基本上连续的网络，如 Trokhan 的 US 4, 528, 239（1985, 7, 9 发表）中所述，在此引入作为显示用作压差协同操作元件是合适的

另一个第二带 4 6 的参考用。

第二带 4 6 的凸块 6 1 的表面积可以比在其上初始地沉积纤维淤浆的成形带 4 2 (或其它成形元件) 的竖立突出物 5 9 更小。由于第二带 4 6 的竖立凸块 6 1 的表面积比成形带 4 2 (或其它成形元件) 的突出物 5 9 更小, 因此, 图 2 纤维结构 2 0 的不连续的致密区 2 8 将很可能不能跨接维持挠性的基本上连续的网络 2 4 的区域。此外, 如果第二带 4 6 的凸块 6 1 的表面积比第一成形带 4 2 的突出物 5 9 大, 那么, 预期可以得到更大的致密区 2 8, 并且, 在损失挠性的情况下, 通常形成具有更大抗张强度的纤维结构。

同样地, 第二带 4 6 的凸块 6 1 的间距必须小于成形带 4 2 或其它成形带的突出物 5 9 的间距。如果第二带 4 6 的凸块 6 1 的间距小于成形带 4 2 或其它成形元件的突出物 5 9 的间距, 那么, 就将形成更接近间隔的致密区 2 8 的图形, 并形成通常是更高抗张强度的纤维结构 2 0。纤维结构 2 0 的整个高定量基本上连续的网络 2 4 都是致密的, 这通常是不希望的, 因为这将导致纤维结构 2 0 挺硬, 吸收性更差。

可以利用常规和熟知的工艺, 直接地将纤维结构 2 0 从成形带 4 2 转移至第二带 4 6 上。然后, 第二带 4 6 的凸块 6 1 将相对压差协同操作元件压缩纤维结构 2 0 的选择区 2 8。在这样的排列中, 压区 6 2 可以在压辊 6 4 和并置的平滑表面杨克式烘缸 5 0 b (在现有技术中是熟知的) 之间限定。纤维结构 2 0 通过在压辊 6 4 和杨克式烘缸 5 0 b 之间形成的压区 6 2。在这压区 6 2 中, 第二带 4 6 的突出物相对杨克式烘缸 5 0 b 压缩由凸块 6 1 调整的纤维结构 2 0 的区域 2 8, 这将使该纤维结构 2 0 的调整区 2 8 被压实。

更进一步地，施加压差至纤维结构 2 0（图 2，3 A 和 3 B）的选择区 2 8，3 2 和 3 6 的步骤和干燥纤维结构 2 0 的步骤可以有利地结合。特别是，如果用杨克式烘缸 5 0 b 来干燥纤维结构 2 0，那么，还可以利用杨克式烘缸 5 0 b 的表面，将压差赋予纤维结构 2 0 的选择区。

为了完成应用压差并同时干燥，将二维纤维结构 2 0 转移至第二带 4 6 上，该带 4 6 有与在其上初始地沉积纤维淤浆的成形带的构形不同的构形，以致使取得不一致。为了限定其间的压区 6 2，第二带 4 6 可以与杨克式烘缸 5 0 b 并置。将纤维结构通过压区 6 2，并在如上所述的选择区 2 8 内被压缩，在被传送至杨克式烘缸 5 0 b 的同时，同时也发生了干燥作用。

如果该方法进一步还包含将二维纤维结构 2 0 传送至第二带 4 6 或其它选择的压差协同操作元件的步骤，或如果成形带 4 2 的图形与第二带 4 6 的构形不一致，那么，可以形成如图 3 A、3 B 和 4 中所述的有四个内涵可区分的区的纤维结构 2 0。该纤维结构是通过施加液压差至纤维结构 2 0 的选择区 3 2 和 3 6 而产生的。代替如上所述的机械压缩干扰的压差，施加的压差可以是液压，例如，当纤维结构 2 0 还在成形带 4 2 上时，通过空气、蒸汽、或某些其它的液体施加至二维纤维结构 2 0 的向外取向面而赋予的正压力。

此外，该液压可以低于大气压力。如果该液压低于大气压，可以通过供给纤维结构 2 0 真空而施加。该真空可以施加至如图 5 所述的第二带 4 6 真空可通过区 6 3 的加强结构 5 7 的向内取向面 5 5 上。可以令人满意地使用现有技术中熟知的真空箱 4 7，用作施加液压差至纤维结构 2 0 的装置。而且，用于此目的的真空箱 4 7 的使用，将

有利地使初期纤维结构 2 0 中的纤维挠曲成与第二带 4 6 的构形相一致。

在施加液压差，特别是低于大气压的液压至图 3 A 和 3 B 纤维结构 2 0 的选择区 3 2 和 3 6 时，通过在 Z 方向上原始区 3 0 和 3 4 的纤维分别地进行膨胀，区域 3 2 和 3 6 的密度将减小。该步骤将产生更厚、更柔软、更具吸收性的纤维素纤维结构 2 0。

如上所述，重要的是，将压差施加至与上述原始高定量区 3 4（或低定量区 3 0）不同的二维纤维结构 2 0 的区域 3 2 和 3 6 上，以致使保持不一致。因此，将纤维结构 2 0 传送至压差协同操作元件上是所希望的；所述元件如具有真空可通过区 6 3 如是小孔的第二带 4 6，该带 4 6 的尺寸、图形和间距的至少一个与上述纤维结构 2 0 的原始高和低定量区 3 0 和 3 4 不一致。

通过第二带 4 6 不一致的真空可通过区 6 3，将液压差传送至纤维结构 2 0 上。所述的真空可通过区 6 3 最好是不连续的，以致使不产生低密度区 3 2 和 3 6 的基本上连续的网络，并且还能消除纤维结构 2 0 抗张强度的减小。第二带 4 6 的真空可通过区 6 3 还必须以非随机的、规则的重复图形进行排列，以致使在整个纤维结构 2 0 上抗张强度的变化变得最小。

如果第二带 4 6 被选作压差协同操作元件，那么，它可以是由基本上不连续的真空不能通过网络来构图，以使该图形可以转移至形成的 4 区域纤维结构 2 0 上。从而进一步增加其抗张强度。如果该进一步的处理步骤选择的话，纤维结构 2 0 可以被传送至其上的非常合适的第二带 4 6 被描述于 Trokhan 的 US 4, 528, 239 (1985, 7, 9 发表) 中，该专利在此引入用作显示特别合适的真空可通过的

压差协同操作元件的参考。

本领域熟练技术人员将很清楚，传送至第二带 4 6 的纤维结构 2 0 的高定量区 3 4 和低定量区 3 0 统计地将不与该第二带 4 6 中的可渗透区重合。如图 3 A 和 3 B 的纤维结构 2 0 所述，当将低于大气压的液压差或正的液压差施加至在第二带 4 6 上的纤维结构 2 0 时，与纤维结构 2 0 的高定量区 3 6 和低定量区 3 2 重合的第二带 4 6 的真空可渗透区 6 3 将经受压差，使该经受压差的区域 3 6 和 3 2 产生减密。

该步骤将最终形成 4 区域纤维结构 2 0 (甚至没有施加压缩压差至纤维结构 2 0 的选择区域 2 8 的上述步骤)。4 区域的其中两个区域 3 0 和 3 2 是由纤维结构 2 0 的原始低定量区 3 0 产生的，即低定量区 3 2 和低定量区 3 0 分别经受和不经受选择性地施加压差。4 区域的其中两个区域 3 4 和 3 6 是由纤维结构 2 0 的原始高定量区 3 4 产生的，即高定量区 3 6 和高定量区 3 4 分别经受和不经受选择性地施加压差。

本领域熟练技术人员将很清楚，可以使用多元真空箱 4 7，并顺序地施加不同量的液压差至纤维结构 2 0，结果可形成多于四个(例如 6 区域，8 区域等)的不同密度和定量的区域。当然，如果要形成具有多于两个减密区的纤维结构 2 0，那么，该纤维结构 2 0 必须相对于第二带 4 6 的真空可渗透区进行转换，例如，将纤维结构 2 0 传送至不同的第二带 4 6 上。在施加液压差前后，不是必须地，可以采用对纤维结构 2 0 的其它选择区进行压缩的进一步的步骤，以进一步的增加纤维结构 2 0 内内涵可区分的区域 3 0，3 2，3 4 和 3 6 的总数。

因此，本领域熟练技术人员将很清楚，取决于选择性施加的压差是压缩的（如机械干扰）还是纤维结构 2 0 平面将纤维吸离（如液压），当施加压差至图 2，3 A 和 3 B 的纤维结构 2 0 的选择区 2 8，3 2 和 3 6，与经受该压差的初始区 2 4，3 0 或 3 4 相比，将导致更大密度的（区 2 8）或更小密度的（区 3 2 和 3 6）或者是不连续的或者是基本上连续的区域。

如果希望的话，根据本发明的装置还可进一步包含乳液辊 6 6，如图 5 所示。该乳液辊 6 6 分布有效量的化合物至成形带 4 2 上，或者如果希望的话，还可在上述处理过程中分布有效量的化合物至第二带 4 6 上。该化合物可以用作剥离剂，以防止纤维结构 2 0 与成形带 4 2 或第二带 4 6 不希望的粘接。而且，该乳液辊 6 6 可以用来沉积化合物，以处理成形带 4 2 或第二带 4 6，由此延长其使用寿命。该乳液最好加至成形带 4 2 或第二带 4 6 的向外取向构形面 5 3 上，那时该成形带 4 2 或第二带 4 6 没有和纤维结构相接触。通常，这将在纤维结构已从成形带 4 2 传送至第二带 4 6 后发生，或者将在已从第二带 4 6 传送至杨克式烘缸 5 0 b 后，并且成形带 4 2 或第二带 4 6 在返回途中发生。

用于乳液的优选化合物包括含水，高速透平油（如已知的由位于 Texas，Houston 的 Texaco Oil Company 出售的 Regal Oil，产品编号为 R & O 6 8 Code 7 0 2），二甲基二硬脂酰氯化铵（由位于 Illinois，Rolling Meadows 的 Sherex Chemical Company，Inc. 出售，商标为 ADOGEN TA 1 0 0），十六烷醇（由位于 Ohio，Cincinnati 的 Procter & Gamble Company 制造）和抗氧化剂（如由位于 New Jersey，Wayne 的 American Cyanamid 出售的、Cyanox

1790)的组合物。

另外，如果希望的话，可以使用清洁水管或喷淋器（没有显示）来清洗在纤维结构20被传送至杨克式烘缸50b后残留纤维和其它残留物的成形带42和第二带46，或者从任何成形元件和任何压差协同操作元件上除去这些残留物。

在上述形成具有至少三区域24，26和28或4区域30，32，34和36（图2，3A和3B）的纤维素纤维结构20的加工方法中，特别优选的步骤是在干燥后使纤维结构20缩小。在此所用的“缩小”指的是通过纤维重排以及纤维间键的断开，使纤维结构的长度减小。可以用若干已知的方法完成缩小，最常用和最优选的方法是起皱。

通过使用上述的杨克式烘缸50b，可以和干燥步骤一起完成起皱步骤。在该起皱操作中，纤维素纤维结构20连接至一表面，最好是杨克式烘缸50b，然后通过刮刀刀片68和纤维结构连接的表面之间的相对运动，利用刮刀刀片68将纤维结构20从那个表面上取走。该刮刀刀片68以表面和刮刀刀片68之间相对运动的垂直方向的分量取向，最好是基本与相对运动方向相垂直。

将很清楚，前述步骤的某些组合、更换、重排顺序，某些结构和装置都是可能的，所有这些内容均落入本发明要求的范围内。例如，可以面对面地连接两层纤维素纤维结构20，形成两层纤维素纤维层状材料。另一方法是，将本发明的单层纤维结构20与现有技术的纤维结构层20'（或至今尚不知道的）面对面连接，形成两层纤维素纤维层状材料。所有这些层状材料都是本发明变更的具体例。更进一步地，只要不脱离所附权利要求的范围，本发明的纤维结构还可以打

孔或切割。

实施例

下面将给出两种纤维素纤维结构 2 0 ' 和 2 0 ' 的非限定性例子。这些例子将显示根据本发明的纤维素纤维结构 2 0 中的和根据现有技术的纤维素纤维结构 2 0 ' 中的定量差以及由此形成的图形（或没有图形）。

参考图 8，所显示的是市售 Bounty 商标毛巾纸的软性 X - 射线图象的平面图，该纸由位于 Ohio Cincinnati 的 Procter and Gamble Company 制造并出售。尽管在结构 2 0 ' 内不同的颜色表示不同的定量，但没有出现非随机的、重复的图形。

图 8 的纤维结构 2 0 ' 有约 8 . 6 6 cm × 8 . 6 6 cm (3 . 4 1 吋 × 3 . 4 1 吋) 的视界，并且在该视界内有约 1 , 0 4 8 , 5 7 6 个像素。在该视界内存在总共 1 0 4 8 5 4 7 个非零值像素，以及 2 9 个零值像素。通过称重测得试样的实际质量为 0 . 0 5 7 3 g。计算质量为 0 . 0 5 7 6 g，有 0 . 5 % 的误差。测得平均定量为每 2 8 8 0 平方英尺 1 0 . 9 4 磅，标准偏差为每 2 8 8 0 平方英尺 3 . 1 磅，回归输出的自由度为 4。

图 9 是图 3 A 和 3 B 中阐明的纤维结构 2 0 的软性 X - 射线图象。值得注意的是，出现了较暗不连续的低定量区 3 0 和 3 2 的非随机的重复图形，所显示的低定量区 3 0 和 3 2 与主要以较浅颜色出现的周围的高定量区 3 4 和 3 6 相比，具有更低的定量。

图 9 的试样具有与图 8 的试样相同的视界和像素密度。图 9 试样的实际质量为 0 . 0 7 3 g，计算质量为 0 . 0 7 2 g，误差小于 2 %，

图 9 的高定量区 3 4 和 3 6 显示出总计 5 2, 7 4 3 个非零像素和每 2 8 8 0 平方英尺 2 2.2 磅的平均定量, 标准偏差为每 2 8 8 0 平方英尺 5. 3 磅。图 9 的低定量区 3 0 和 3 2 显示出 3 5, 4 0 6 个非零像素; 和每 2 8 8 0 平方英尺 8. 5 磅的平均定量, 标准偏差为每 2 8 8 0 平方英尺 3. 7 磅。在低定量区 3 0 和 3 2 和高定量区 3 4 和 3 6 之间有过渡区 3 3, 该区 3 3 显示出总计 3, 1 2 8, 2 9 0 个像素, 每 2 8 8 0 平方英尺 1 6. 1 磅的平均定量 (约为低定量区 3 0 和 3 2 的平均定量和高定量区 3 4 和 3 6 平均定量的平均值), 标准偏差为每 2 8 8 0 平方英尺 5. 5 磅。

将高定量区 3 4 和 3 6 的定量与低定量区 3 0 和 3 2 的定量相比, 得到 2. 6 的比值。该比值大于确定出现定量差的重复图形所必须的约 1. 3 3 的最小比值 (2 5%)。纤维结构 2 0 的第二个令人感兴趣的区域 (没有显示) (由此测取了图 9 的试样) 显示高定量区 3 4 和 3 6 具有每 2 8 8 0 平方英尺 1 8. 2 磅的平均定量, 过渡区具有每 2 8 8 0 平方英尺 1 2. 9 磅的定量, 以及低定量区 3 0 和 3 2 具有每 2 8 8 0 平方英尺 5. 8 磅的定量。在该令人感兴趣的第二区中, 高定量区 3 4 和 3 6 的平均定量与低定量区 3 0 和 3 2 的平均定量的比值约为 3. 2。

可以看出, 图 9 所示区域或没有显示的区域的本发明的纤维结构 2 0 的令人感兴趣的任一个区域所得到的结果, 显示出对于用这种类型的测量得到的精确程度的结果的惊人地接近的相关性。该结果的相关性将给与该测量工艺以可信性。

图 1 0 是图 9 所示的纤维结构 2 0 的放大的平面图。将高密度区 3 4 和 3 6 以及在高密度区 3 4 和 3 6 和低密度区 3 0 和 3 2 之间的

过渡区 3 3 掩蔽。该掩蔽留下了低定量区 3 0 和 3 2 的非常明显的非随机的、重复图形。可以看出，低定量区 3 0 和 3 2 是相互独立的并且是双向地交错排列的。然而，并不需要每个低定量区 3 0 或 3 2 通常都与任何其它低定量区 3 0 或 3 2 在形状上相同。此外，并不需要纤维结构 2 0 的不连续区具有低定量，只需有非随机的、重复图形。

图 1 1 是将低定量区 3 0 和 3 2 以及高定量区 3 4 和 3 6 掩蔽的与图 1 0 类似的图 9 结构的放大的平面图。留下的是将低定量区 3 0 和 3 2 和高定量区 3 4 和 3 6 隔离和分开的过渡区 3 3。正如所期望的那样，过渡区 3 3 确定了低定量区 3 0 和 3 2 的界线，并且与双向交错排列的和邻接的过渡区 3 3 是截然不同的。

图 1 2 是图 9 纤维结构 2 0 的，类似于图 1 0 和图 1 1 的放大平面图。已经掩蔽了图 1 1 的低定量区 3 0 和 3 2 和过渡区 3 3，留下了高定量区 3 4 和 3 6 的连续网络。这将留下具有在其中掩蔽低定量区 3 0 和 3 2 和过渡区 3 3 的空隙的高定量区 3 4 和 3 6 的很明显的非随机的、重复图形。并不需要高定量区 3 4 和 3 6 的任何特定部分与其它高定量区 3 4 和 3 6 的任何部分在定量上定量地相等，只需要产生非随机的重复图形。

图 1 3 是类似于图 1 0 - 1 2 的图 9 纤维结构的放大平面图；图 9 具有将低定量区 3 0 和 3 2 同掩蔽了的高定量区 3 4 和 3 6 隔离的过渡区 3 3。很明显，通常是相互独立的低定量区 3 0 和 3 2 在高定量区 3 4 或 3 6 的连续网络的包围中，又一次形成了分离的双向交错排列区的重复图形。

图 1 4 是类似于图 1 0 - 1 3 的显示了没有任何掩蔽的所有区域 3 0，3 2，3 4 和 3 6 的图 9 结构的放大平面图。很明显，当组合

所有区域 3 0， 3 2， 3 4 和 3 6 时，将出现非随机的重复图形。借助于隔离过渡区 3 3 并利用上述的掩蔽步骤，使低定量区 3 0 和 3 2 与高定量区 3 4 和 3 6 分离开，这将有助于本领域熟练技术人员确定什么时候在纤维结构 2 0 中出现非随机的重复图形。

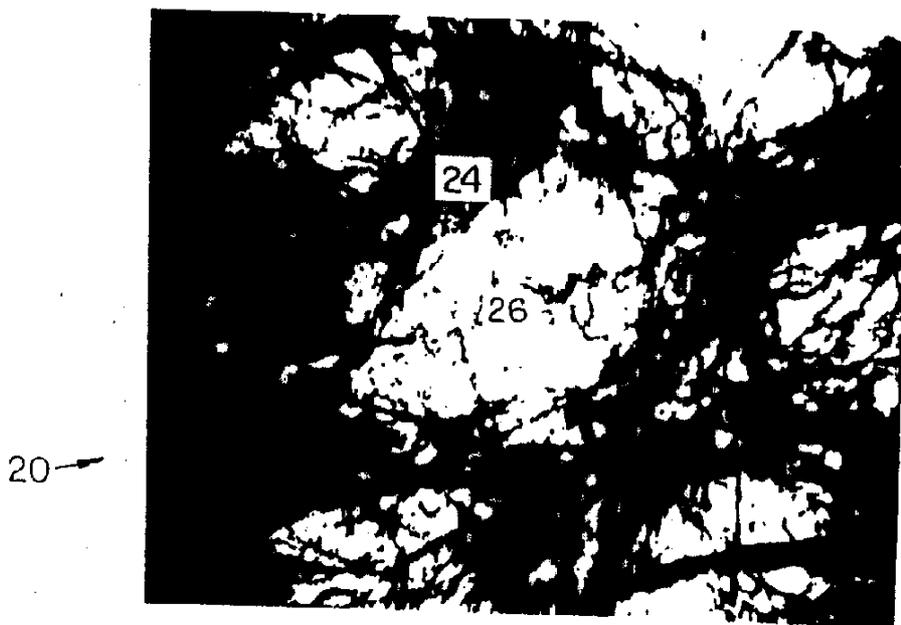


图 1 现有技术

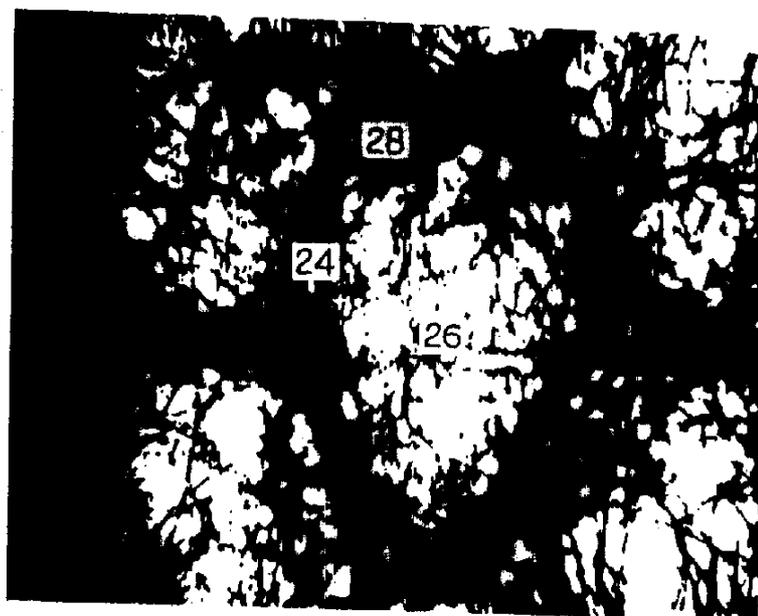


图 2

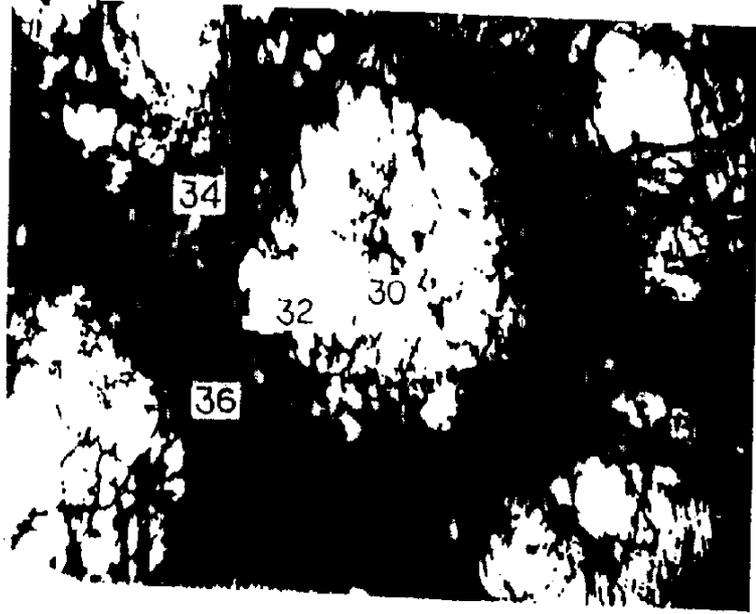


图 3A

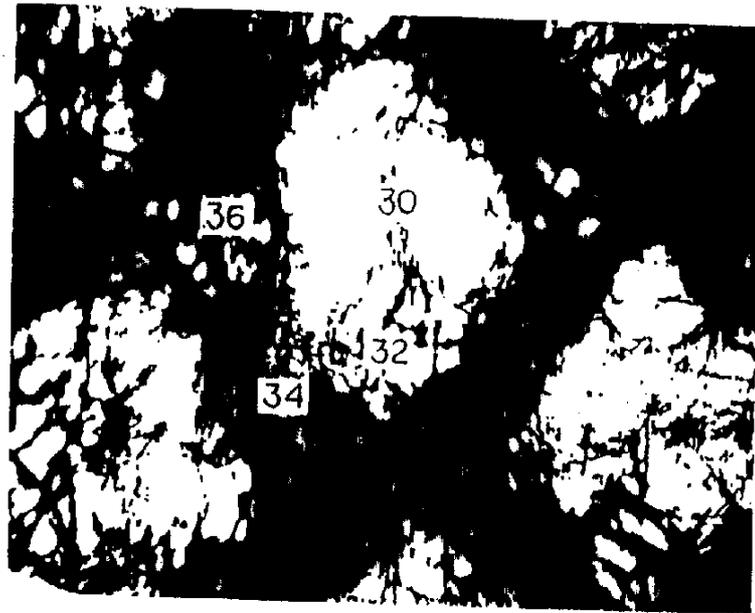
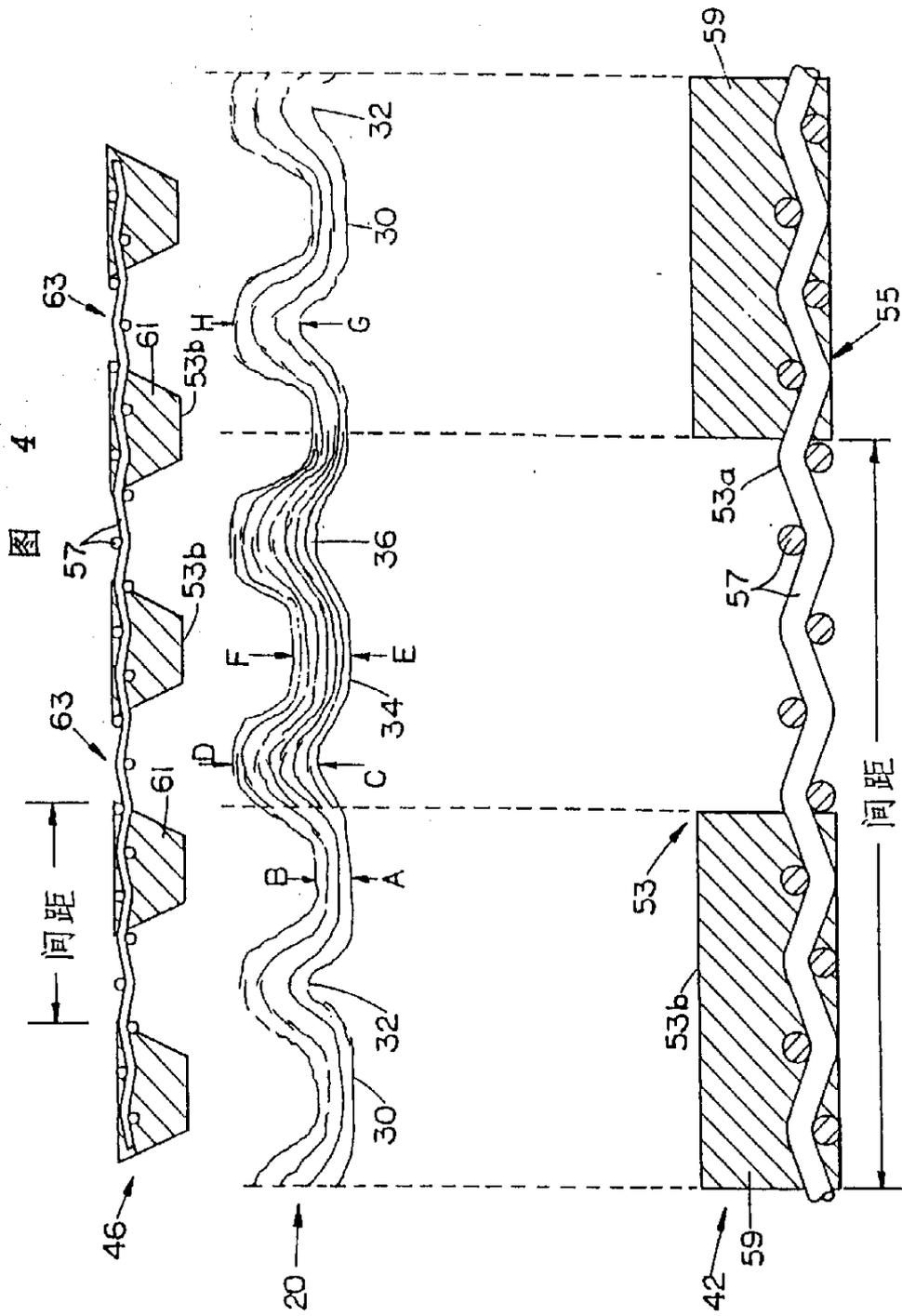


图 3B



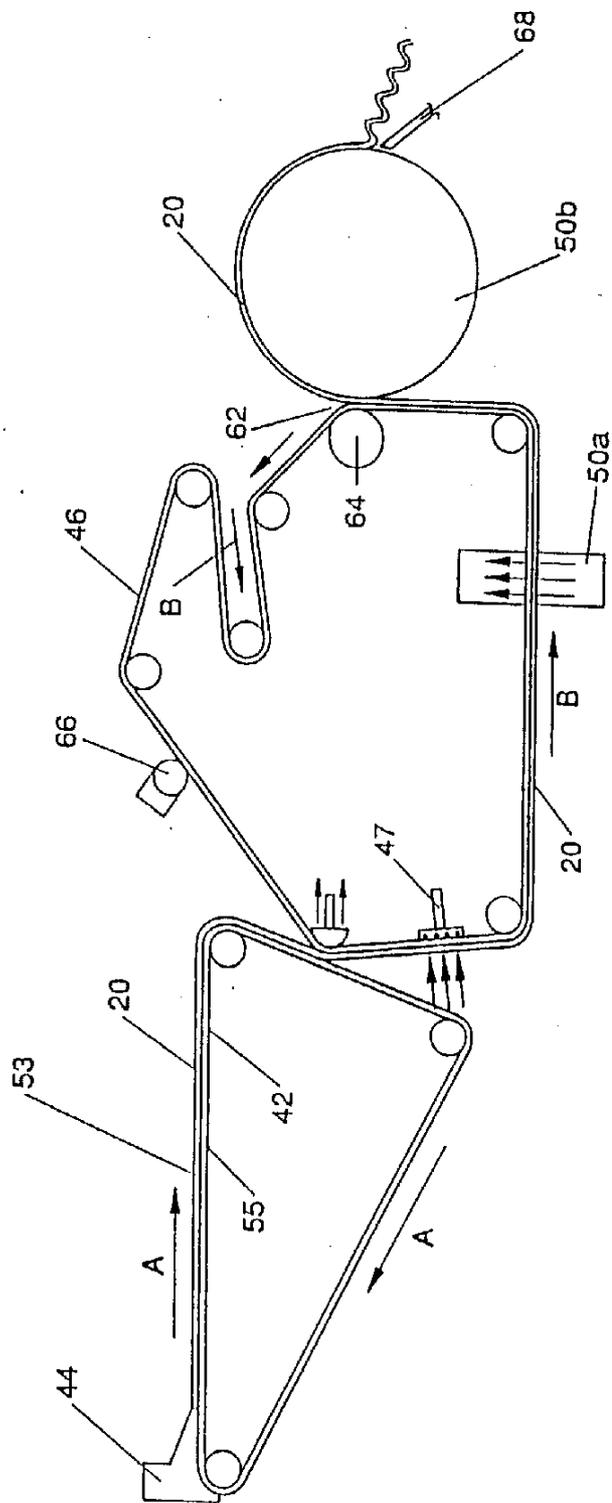


图 5

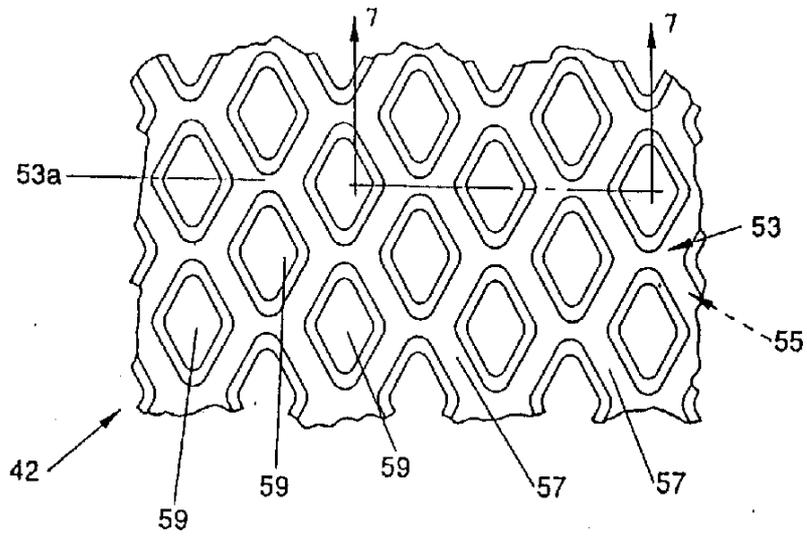


图 6

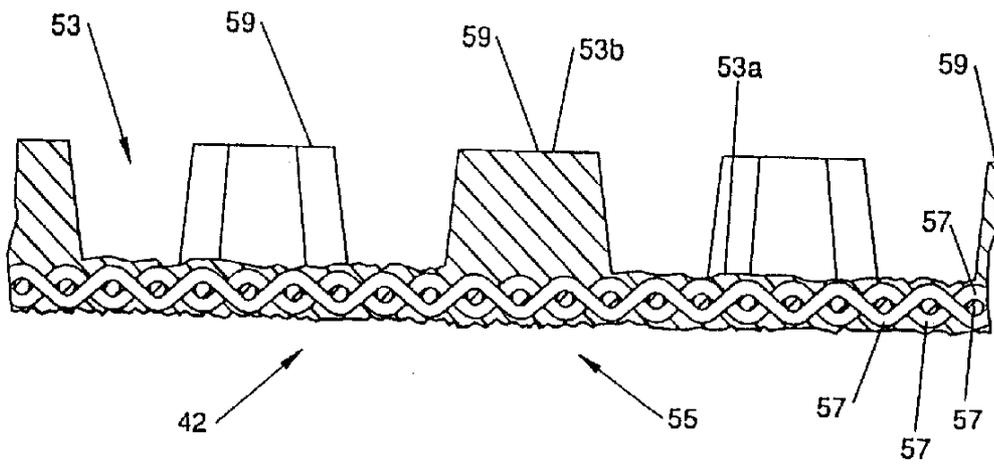


图 7

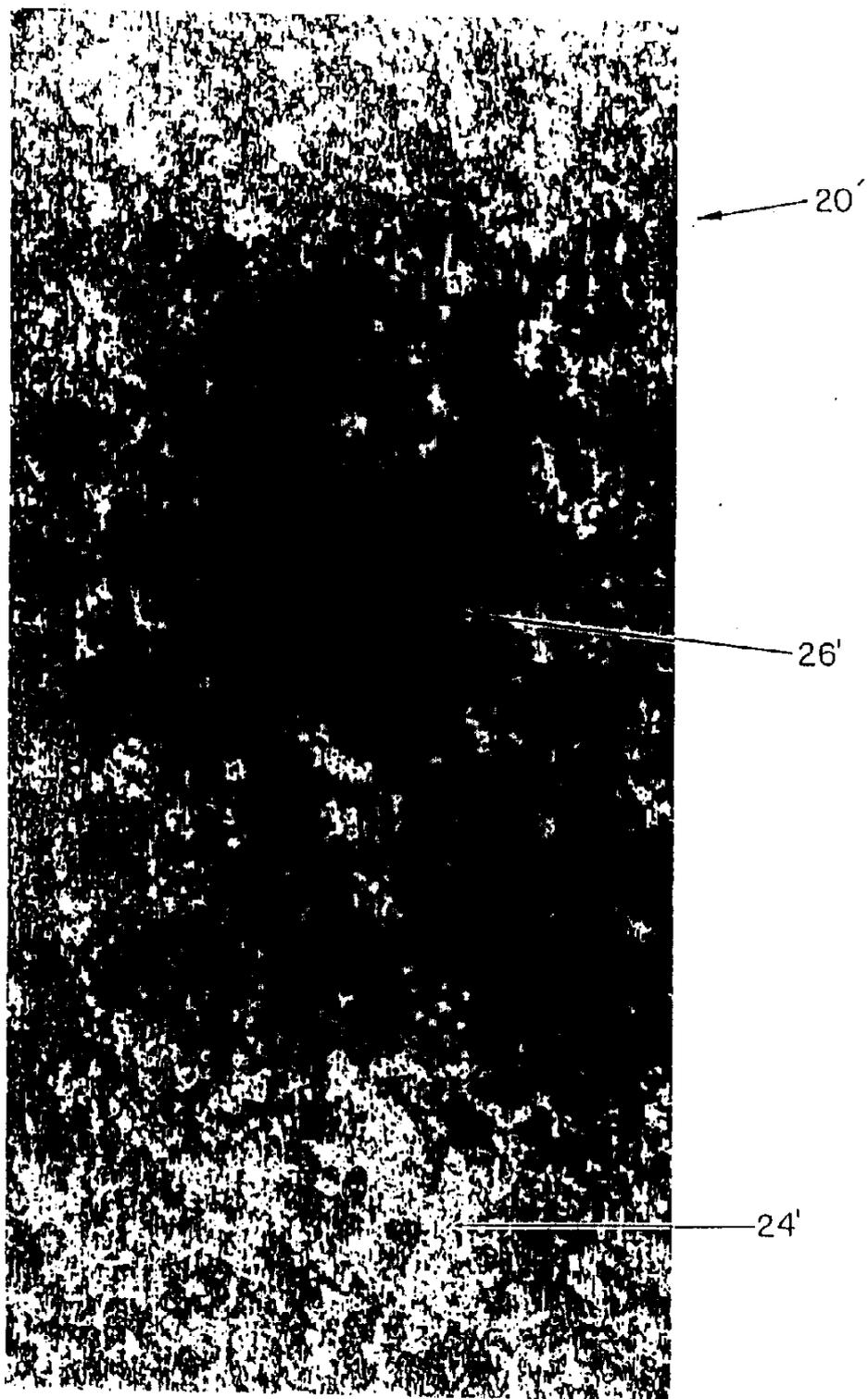
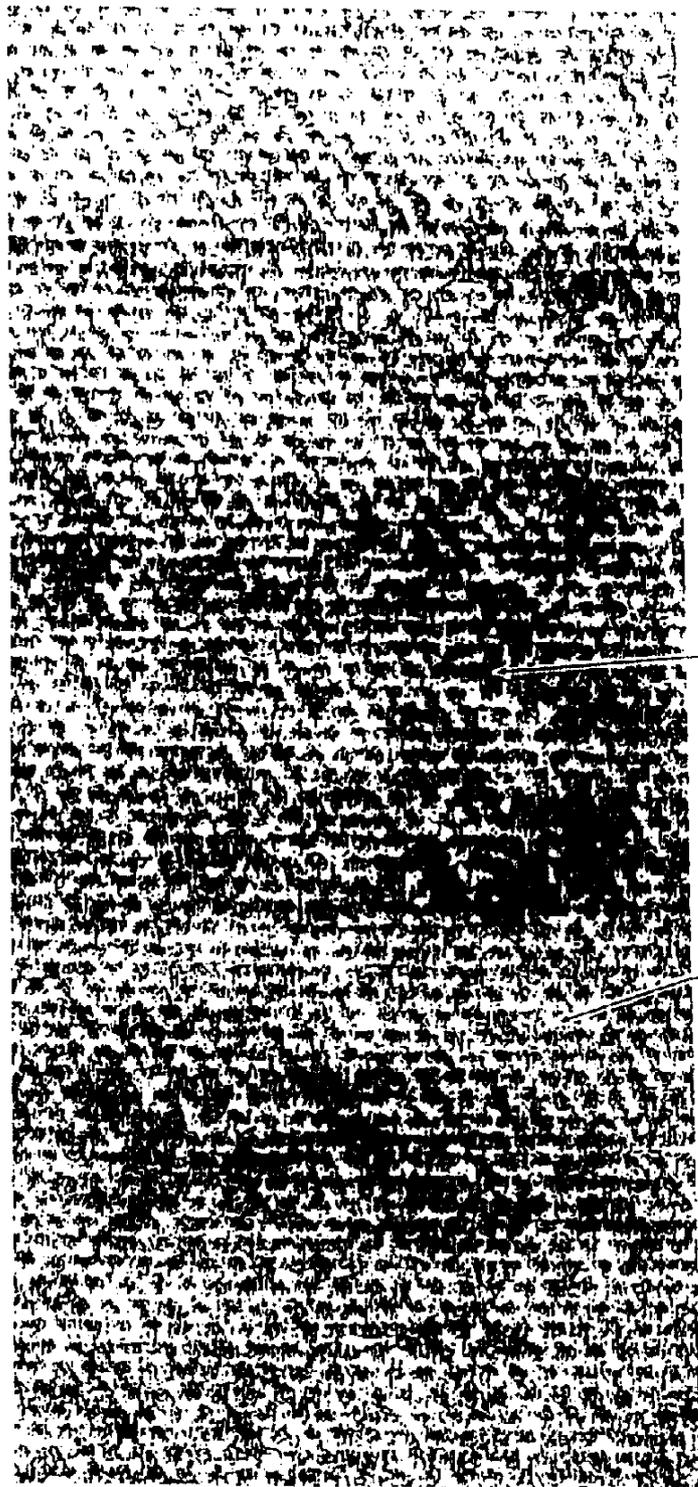


图 8



20

30, 32

34, 36

图

9

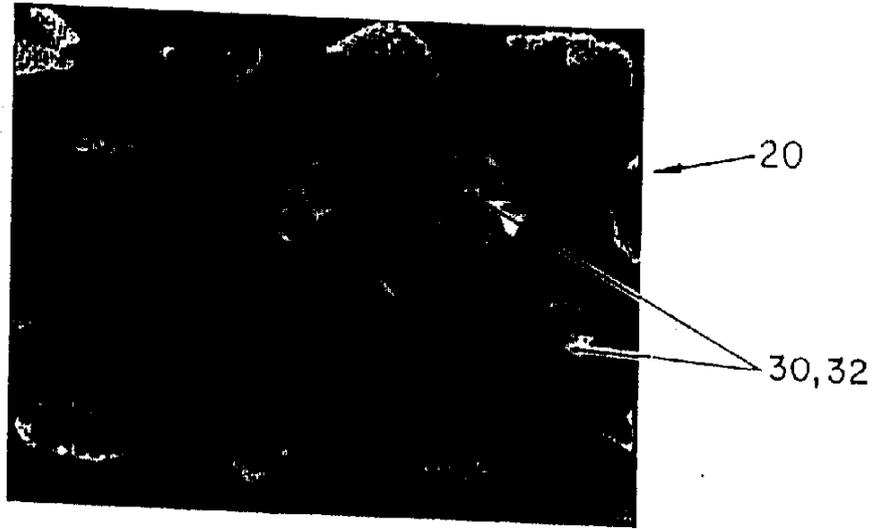


图 10

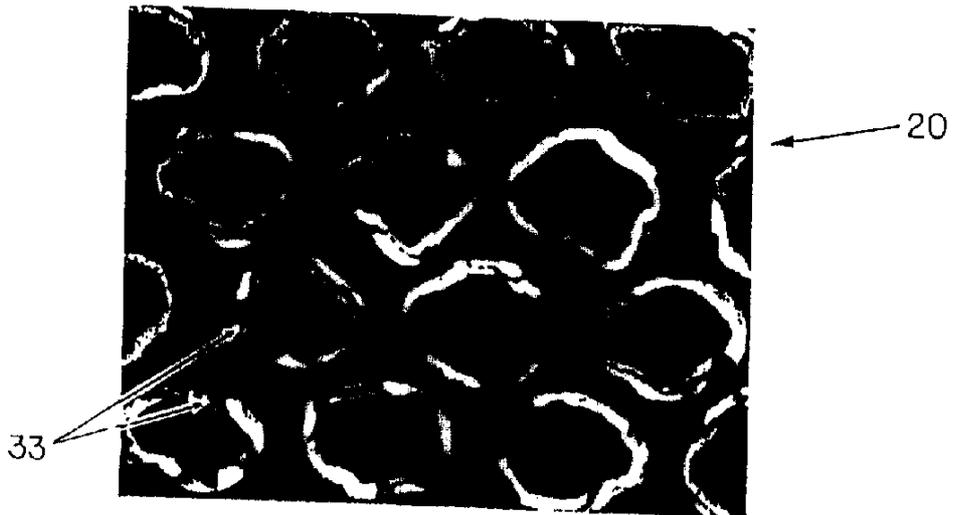


图 11

9/16

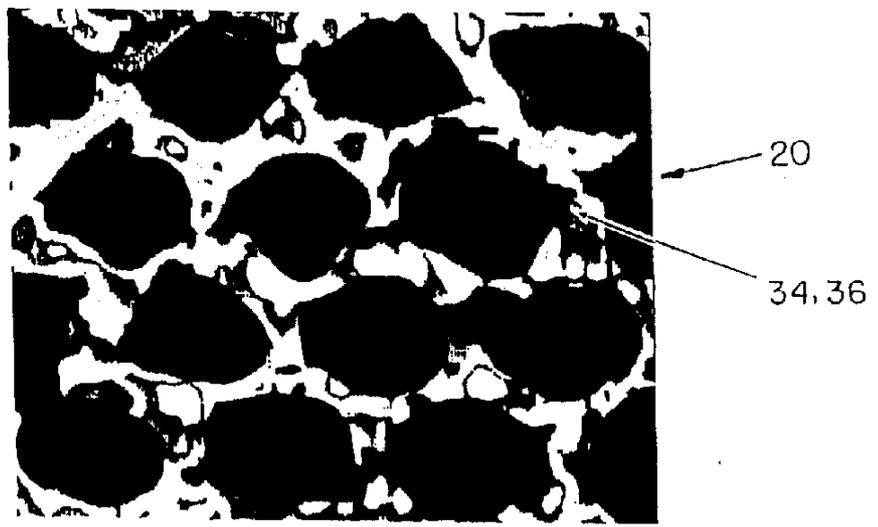


图 12

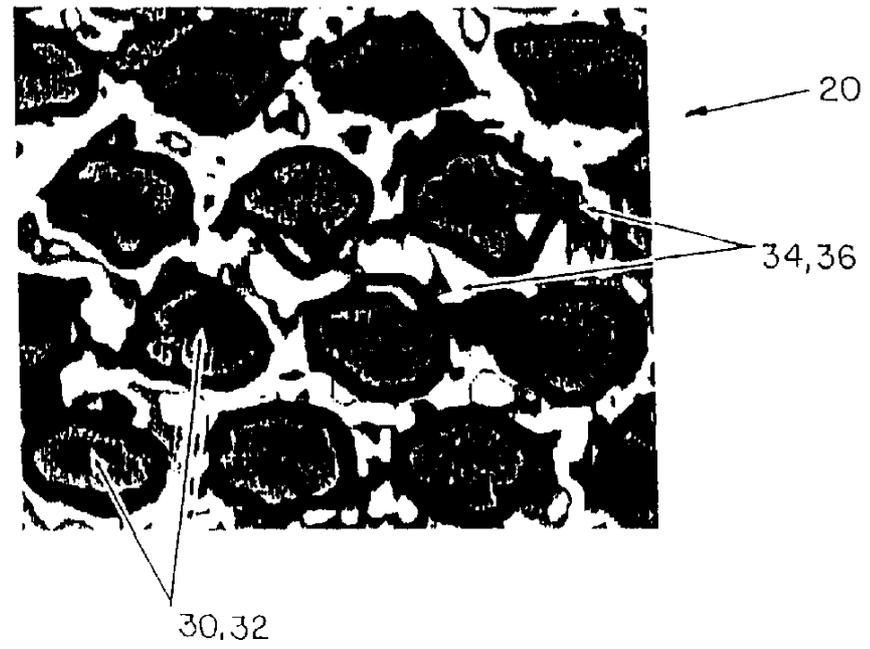


图 13

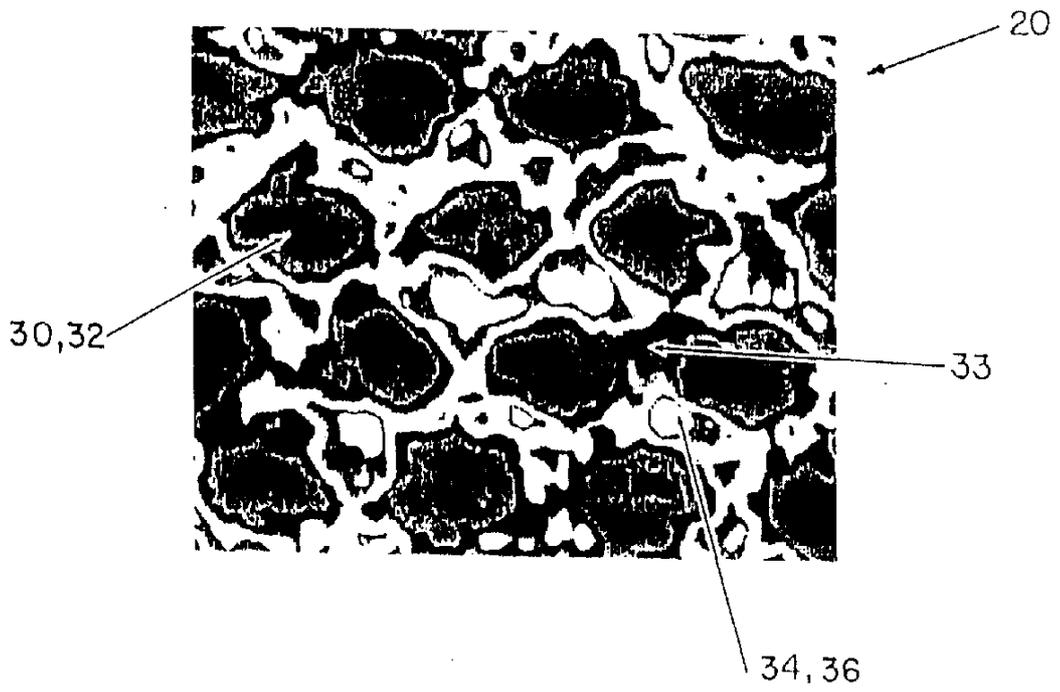


图 14

图 15A

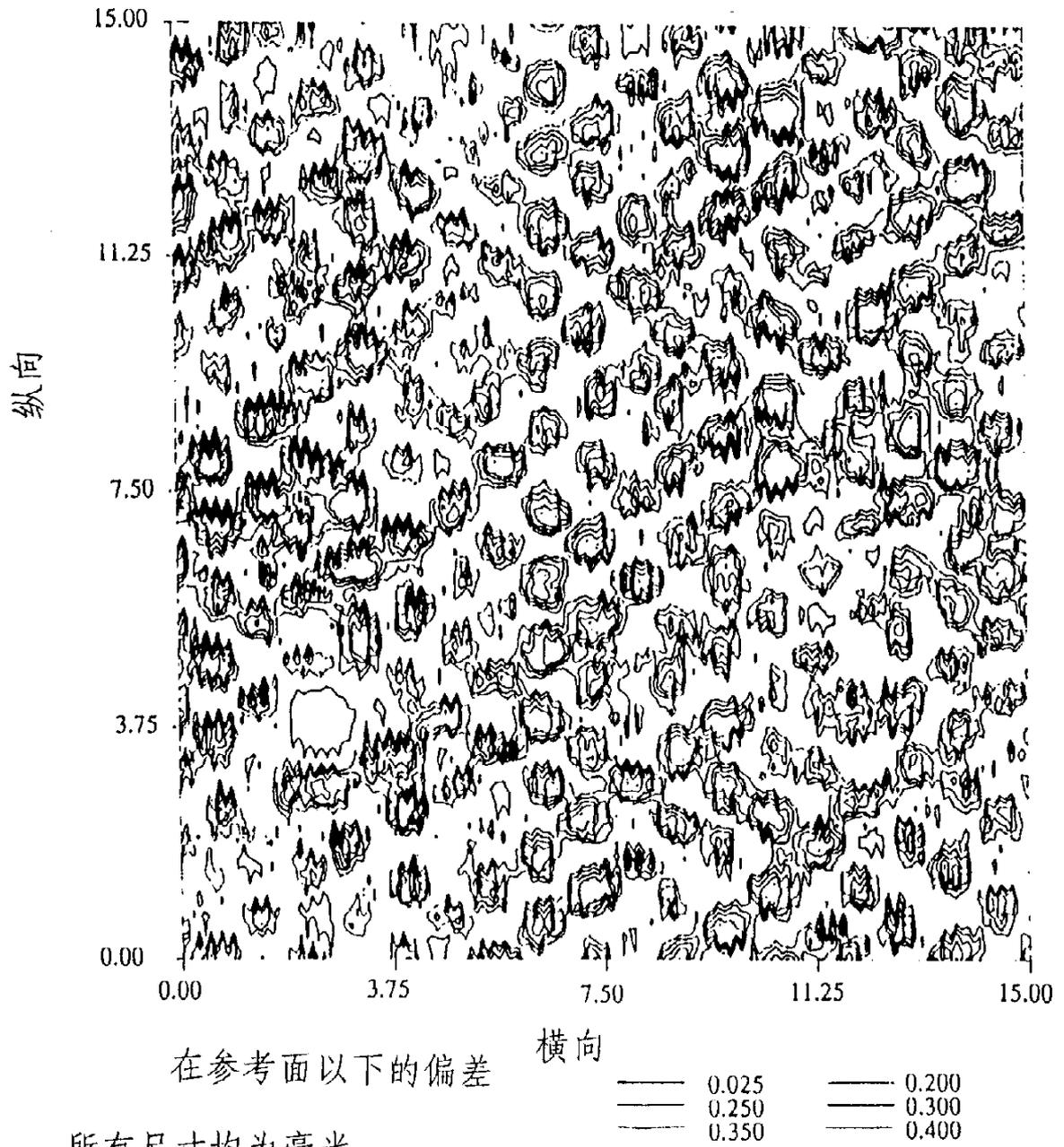
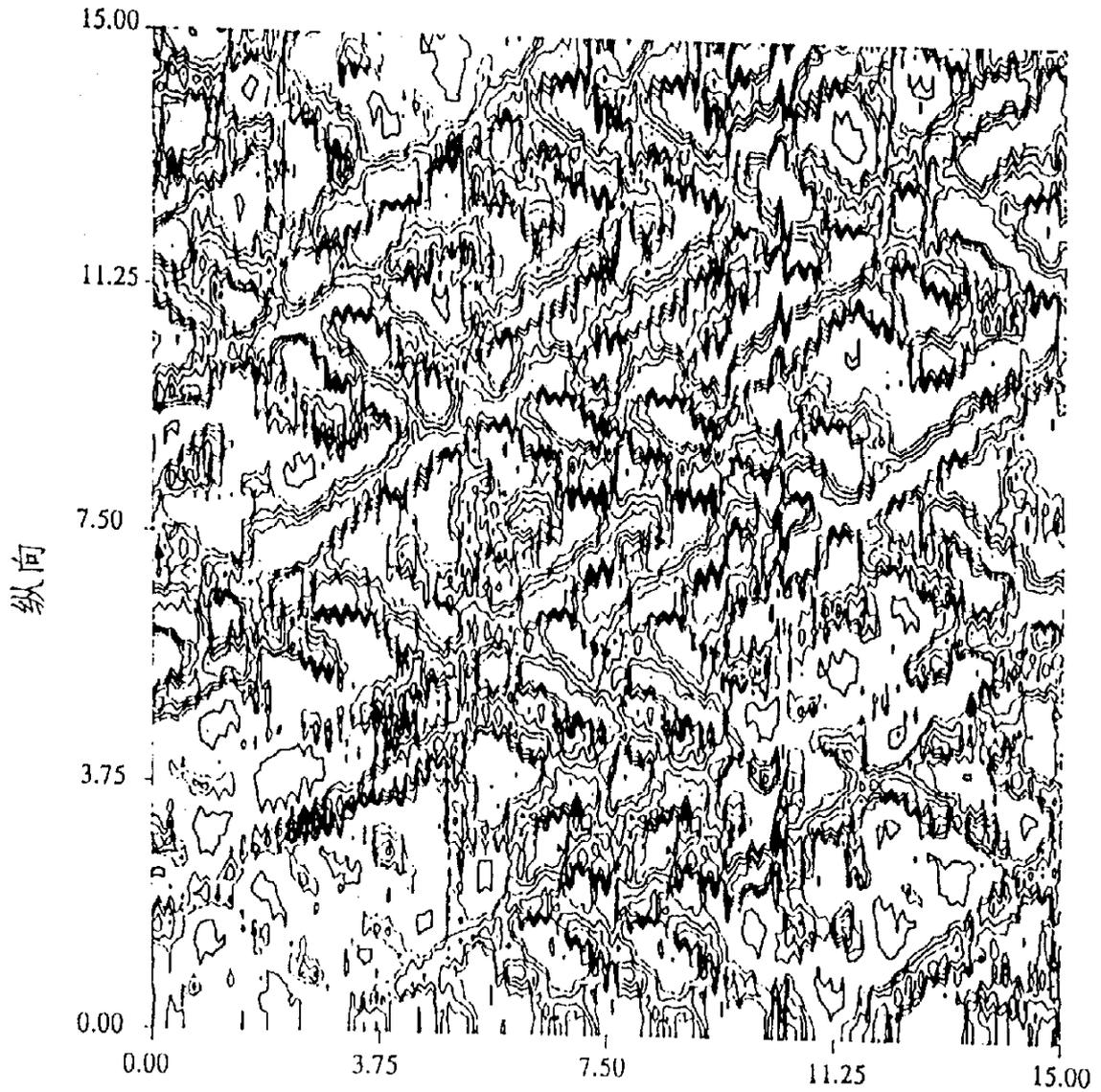


图 15 B



在参考面以上的偏差

所有尺寸均为毫米

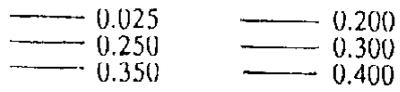


图 16A

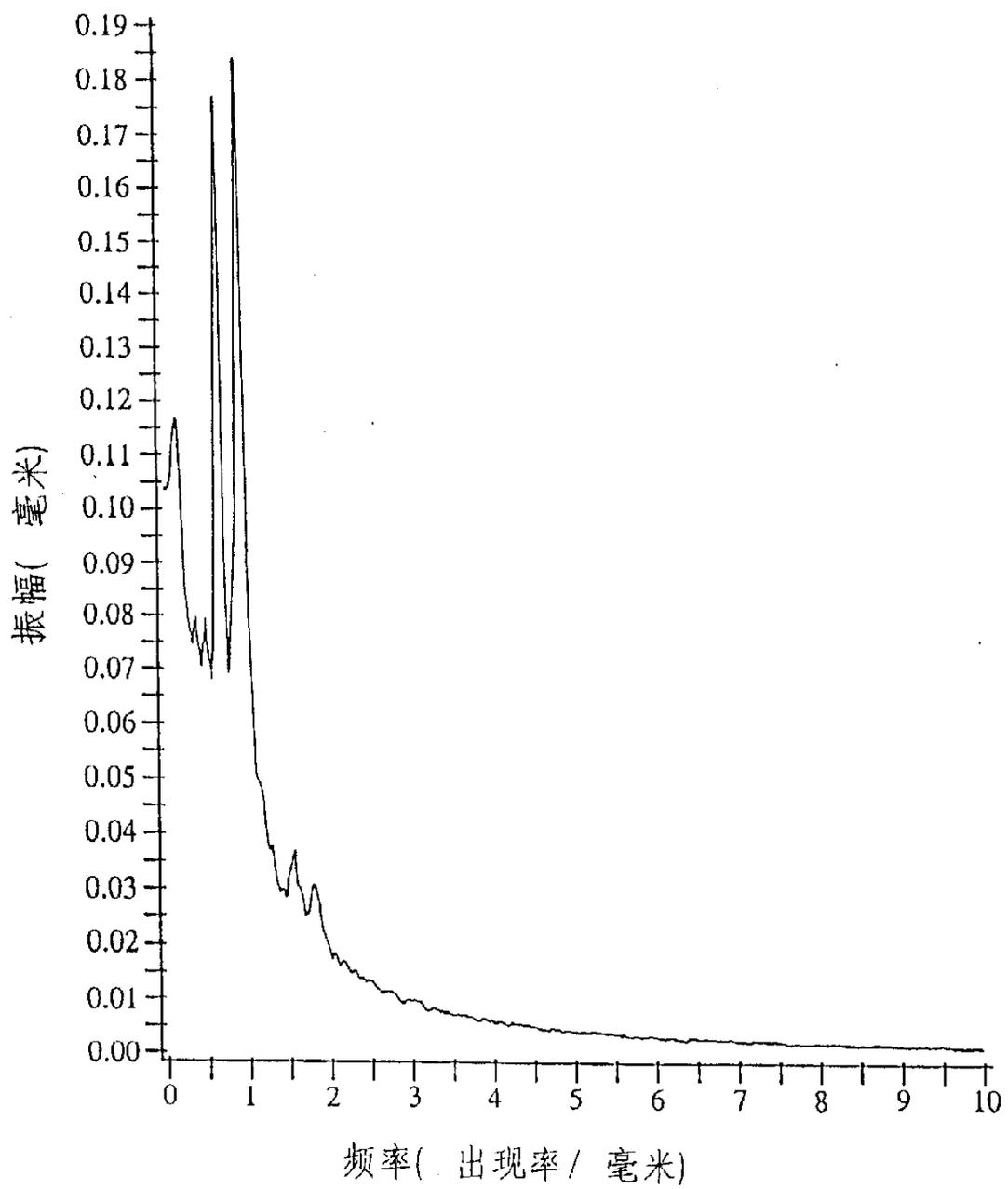


图 16B

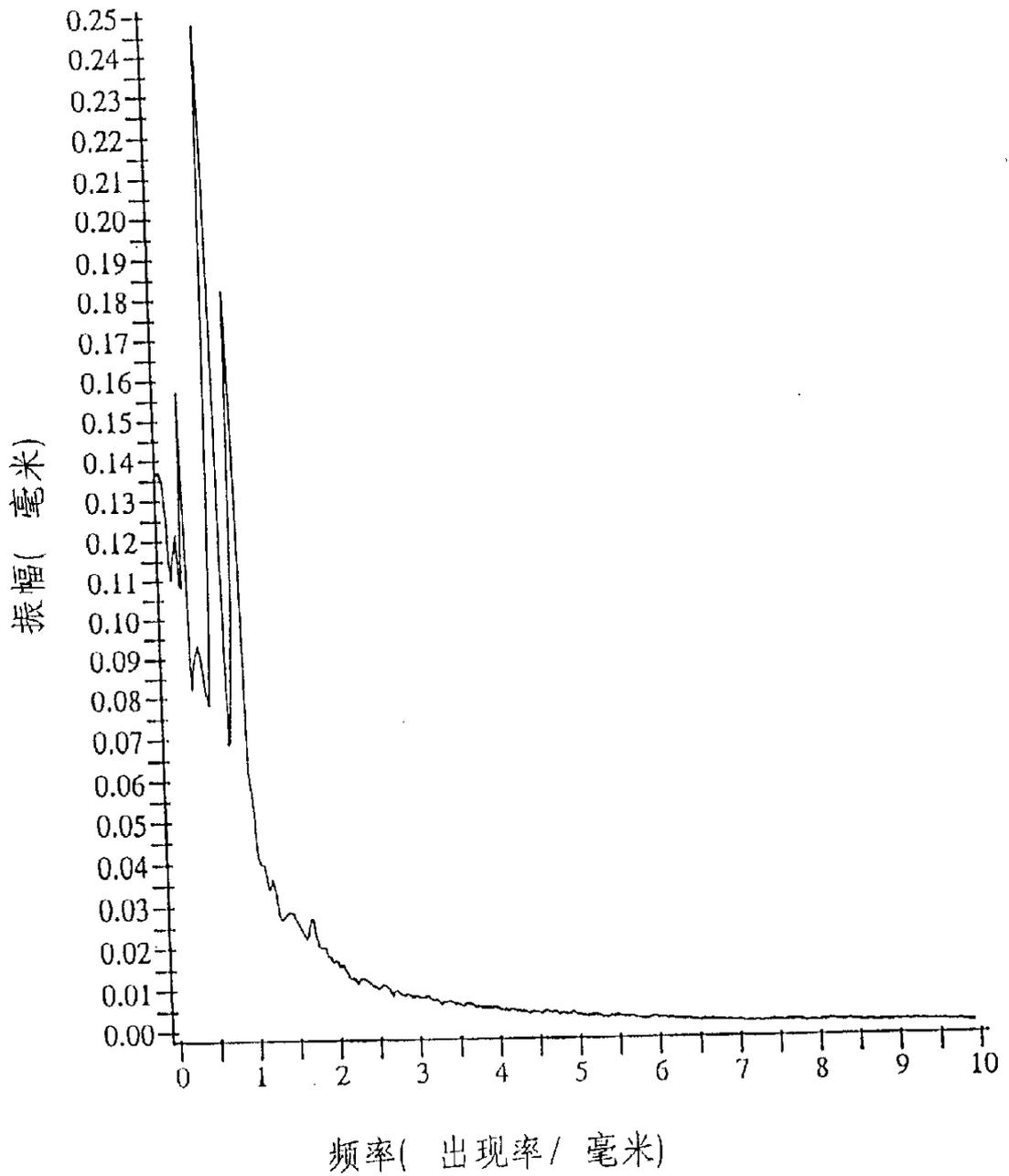


图 17

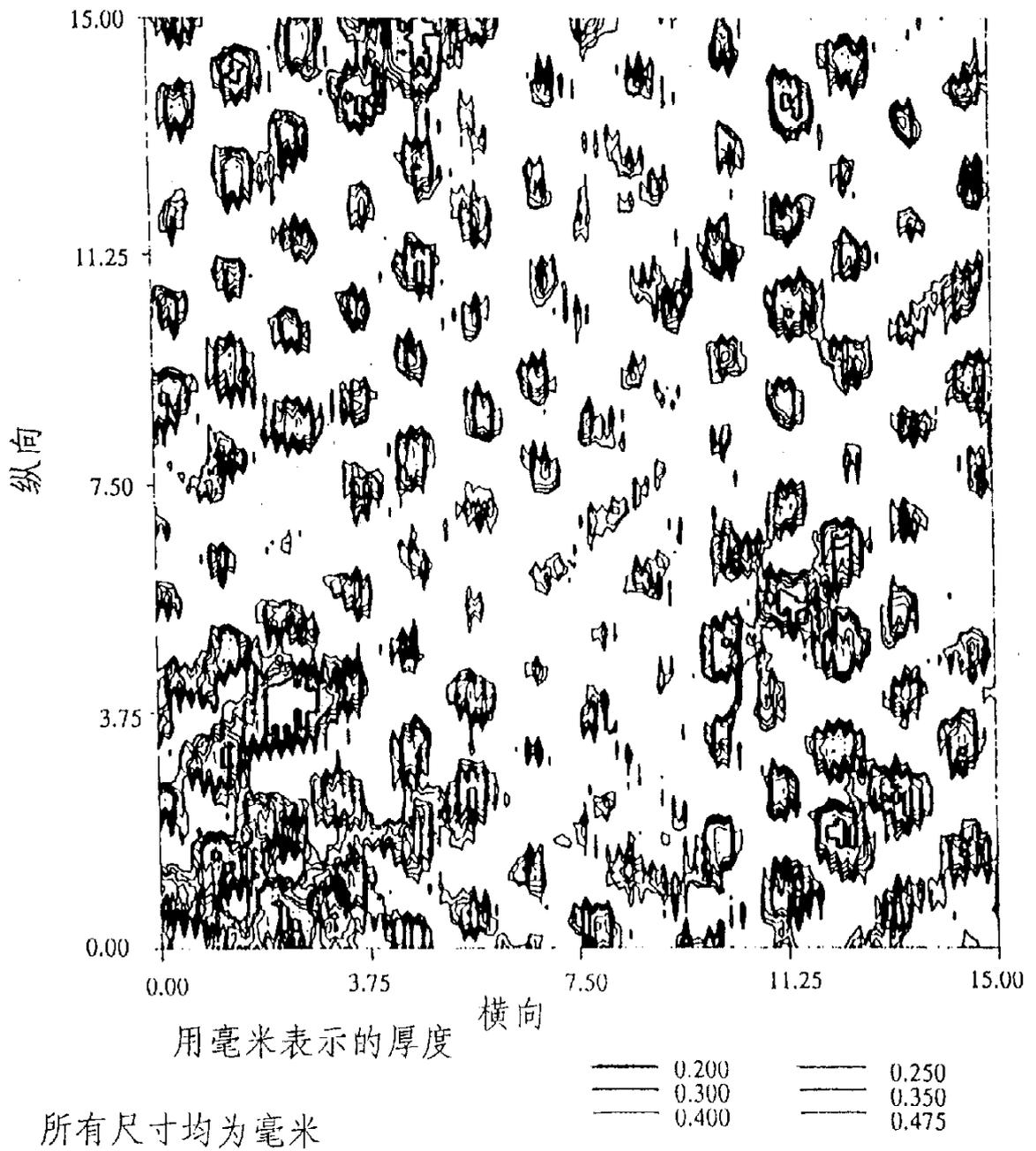


图 18

