

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 99815643.4

[43]公开日 2002年9月4日

[11]公开号 CN 1367850A

[22]申请日 1999.11.12 [21]申请号 99815643.4

[30]优先权

[32]1998.11.20 [33]US [31]09/197,268

[86]国际申请 PCT/US99/26629 1999.11.12

[87]国际公布 WO00/31331 英 2000.6.2

[85]进入国家阶段日期 2001.7.16

[71]申请人 金伯利-克拉克环球有限公司

地址 美国威斯康星州

[72]发明人 D·J·麦多瓦尔 C·A·史密斯

M·S·温斯坦利

[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 邵红

权利要求书3页 说明书22页 附图页数0页

[54]发明名称 弹性吸收性结构

[57]摘要

一种拥有改进贴合性的吸收性弹性非织造材料,它包括热塑性弹性体非织造基质,占吸收性弹性非织造材料的大约3%重量到不足20%重量。多种吸收性纤维和超强吸收物质包含在基质内,各自占吸收性弹性非织造材料的大约20% - 77%重量。吸收性弹性非织造材料在个人护理以及医用吸收性用品领域有着广泛的用途,因为对于这些领域而言,除吸收性和弹性外,柔软性和贴合性也很重要。

I S S N 1 0 0 8 - 4 2 7 4

权 利 要 求 书

1. 一种吸收性弹性非织造材料，它包括：
大约 3%重量到不足 20%重量的弹性丝基质，包括多种热塑性弹性体非织造丝；和
5 在基质中含有的约 20-77%重量吸收性纤维以及约 20-77%重量的超强吸收材料。
2. 权利要求 1 的吸收性弹性非织造材料，它包括约 5-18%重量的弹性丝基质，约 25-70%重量的吸收性纤维，以及约 25-70%重量的超强吸收材料。
10
3. 权利要求 1 的吸收性弹性非织造材料，它包括约 5-15%重量的弹性丝基质，约 30-62%重量的吸收性纤维，以及约 40-65%重量的超强吸收材料。
4. 权利要求 1 的吸收性弹性非织造材料，其中吸收性纤维和超强吸收材料基本上均匀分布在弹性丝之间。
15
5. 权利要求 1 的吸收性弹性非织造材料，其中吸收性纤维和超强吸收材料被排布在弹性丝的较大或较小的浓度区域之间。
6. 权利要求 1 的吸收性弹性非织造材料，其中热塑性弹性体丝包括基本上连续的丝。
- 20 7. 权利要求 1 的吸收性弹性非织造材料，其中热塑性弹性体丝包括纺粘丝。
8. 权利要求 1 的吸收性弹性非织造材料，其中热塑性弹性体丝包括熔喷丝。
9. 权利要求 1 的吸收性弹性非织造材料，其中热塑性弹性体丝包括一种聚合物，该聚合物选自苯乙烯-异戊二烯-苯乙烯嵌段共聚物、
25 苯乙烯-丁二烯-苯乙烯嵌段共聚物、苯乙烯-乙烯/丁烯-苯乙烯嵌段共聚物、苯乙烯-乙烯/丙烯-苯乙烯嵌段共聚物、聚氨基甲酸酯、弹性体聚酰胺、弹性体聚酯、弹性体聚烯烃均聚物和共聚物、无规立构聚丙烯、

乙烯醋酸乙烯酯共聚物、密度小于约 0.89 g/cc 的单活性点(single-site)或金属茂催化的聚烯烃、以及它们的组合。

10. 权利要求 1 的吸收性弹性非织造材料, 其中吸收性纤维包括选自人造纤维、棉、纤维素、棉、纤维化羽毛及其组合的材料。

5 11. 权利要求 1 的吸收性弹性非织造材料, 其中纤维包括纸浆纤维。

12. 权利要求 1 的吸收性弹性非织造材料, 其中超强吸收材料包括超强吸收纤维。

10 13. 权利要求 1 的吸收性弹性非织造材料, 其中超强吸收材料包括超强吸收颗粒。

14. 一种个人护理吸收性制品, 它包含吸收性弹性非织造材料, 该吸收性弹性非织造材料包括:

大约 5-18%重量的弹性丝基质, 包括大量的热塑性弹性体非织造丝; 和

15 包含在基质内的约 25-70%重量的吸收性纤维以及约 25-70%重量的超强吸收材料。

15. 权利要求 14 的个人护理吸收性制品, 其中热塑性弹性体非织造丝主要包括连续的丝。

20 16. 权利要求 14 的个人护理吸收性制品, 其中吸收性纤维包括纸浆。

17. 权利要求 14 的个人护理吸收性制品, 它包括尿布。

18. 权利要求 14 的个人护理吸收性制品, 它包括运动短裤。

19. 权利要求 14 的个人护理吸收性制品, 它包括游泳衣。

20. 权利要求 14 的个人护理吸收性制品, 它包括吸收性衬裤。

25 21. 权利要求 14 的个人护理吸收性制品, 它包括婴儿用擦布。

22. 权利要求 14 的个人护理吸收性制品, 它包括成人失禁用品。

23. 权利要求 14 的个人护理吸收性制品, 它包括女性卫生用品。

24. 一种医用吸收性制品, 它包含吸收性弹性非织造材料, 该吸

收性弹性非织造材料包括:

大约 5-18%重量的弹性丝基质, 包括大量的热塑性弹性体非织造丝; 和

5 包含在基质内的约 25-70%重量的吸收性纤维以及约 25-70%重量的超强吸收材料。

25. 权利要求 24 的医用吸收性制品, 其中热塑性弹性体非织造丝主要包括连续的丝。

26. 权利要求 24 的医用吸收性制品, 其中吸收性纤维包括纸浆。

27. 权利要求 24 的医用吸收性制品, 它包括 underpad。

10 28. 权利要求 24 的医用吸收性制品, 它包括绷带。

29. 权利要求 24 的医用吸收性制品, 它包括被单。

30. 权利要求 24 的医用吸收性制品, 它包括医用擦布。

31. 权利要求 11 的吸收性弹性非织造材料, 其中纸浆纤维包括短的长度的纸浆纤维。

15 32. 权利要求 16 的个人护理吸收性制品, 其中纸浆纤维包括短的长度的纸浆纤维。

33. 权利要求 26 的个人护理吸收性制品, 其中纸浆纤维包括短的长度的纸浆纤维。

说明书

弹性吸收性结构

5

本发明领域

本发明涉及在低水平载荷下具有改进贴合性的非织造弹性吸收材料。更具体地说，本发明涉及非织造弹性体丝、纸浆纤维和超强吸收材料的组合，使其比传统弹性体吸收材料具有更好的柔性和贴合性。

10

本发明背景

15

弹性体吸收材料可被用作各种个人护理用品，包括(但不限于)尿布、运动短裤、卫生纸巾、抹布、围嘴、伤口包扎用品、手术帽或手术帘。授权给 Anjur 等人的美国专利 5,645,542 公开了一种弹性体吸收材料，它是从热塑性弹性体纤维和可润湿人造纤维相结合制备而得的。文献公开了人造纤维含量的有效范围约为 20-80%重量，弹性体纤维含量的有效范围约为 20-80%重量，最好是介于中间的量。有用的人造纤维包括木浆纤维、改性纤维素纤维、纺织纤维如棉或人造丝、以及基本上没有吸收性的合成聚合物纤维。

20

Anjur 等人的专利还公开了可加入形成水凝胶的聚合物以提高吸收性。形成水凝胶的聚合物可占该材料的大约 15-60%重量，最好是介于中间的量。

25

传统弹性吸收材料典型的是在相当高的拉伸载荷下伸展，并且当载荷松懈或消失时会倾向于回复到未伸展状态。与这类材料对应的相对高的回缩力常常是不必要的，且有时是违背人们愿望的。例如，个人护理用品中的回缩力可能使得该护理品不舒适地紧身。还有，高回缩力可能因为在物理上抑制了护理品中所含吸收物质的膨胀而降低该保护品的吸收能力。



由于这些原因，需要或期望一种具有更佳舒适性和更小回缩力的弹性非织造吸收材料。同时也需要或期望有一种较便宜的弹性非织造吸收材料，它要求含有更少量的弹性丝成分和相对大量的较便宜的吸收物质。

5

本发明简述

本发明涉及贴合的、舒适的和高吸收的弹性非织造材料，这在前面已经述及。本发明的吸收性非织造材料包括非织造弹性体聚合物丝、吸收性纤维，及超强吸收的颗粒或纤维的混合物。弹性体聚合物丝在长度方面可以是基本上连续的或是定长的(staple)，最好是基本上连续的。非织造弹性体聚合物丝占吸收性非织造材料的不到20%重量，但占吸收性非织造材料的至少约3%重量。吸收性纤维、超强吸收颗粒或纤维各自占约20-77%重量的吸收性非织造材料。

10

对于每基准重量(basis weight)的材料，当采用比拥有较高弹性丝含量的类似复合材料更低的拉伸载荷时，本发明的吸收性非织造材料可伸展到其原始无伸展长度的至少大约110%。这种小的拉伸力还意味着当吸收性非织造材料处于被拉伸状态时，其回缩力较小。小的拉伸力及相应的小回缩力使得由该材料制成的吸收性物品具有更佳的舒适性和更好的吸收性。这种改进的吸收作用部分归因于这样一个事实，即对于超强吸收聚合物成分的膨胀具有较小的弹性束缚。

15

20

本发明的吸收性非织造材料在生产方面相对便宜，因为弹性体聚合物丝的含量较低，从而可以含相应较大量的低廉的纸浆纤维。还有，本发明的吸收性非织造材料表现出比传统弹性体吸收材料更好的芯吸性(wicking)。

25

定义

“非织造织物或网”意指单纤或单丝成互层结构的网，但是它并非如针织织物那样具有可辨认的排布规律。“纤维”和“丝”在

此可互换使用。无纺布或网可从很多方法制得，例如熔喷法、纺粘法、气流成网法、粘合型梳理纤维网法。它还包括有孔的或其它经处理后允许空气通过的薄膜。无纺布的基准重量通常以每平方米多少盎司(osy)或者每平方米多少克(gsm)来表示，纤维直径通常以微米表示。(注意将 osy 转换成 gsm 时，osy 需乘以 33.91)。

“微纤维”意指平均直径不超过约 75 微米的微小直径的纤维，如具有大约 1-50 微米的平均直径，或者更详细地说，具有大约 1-30 微米的平均直径。

“纺粘纤维”指具有小直径的纤维，它通过从喷丝头的多个喷丝孔(fine capillaries)将熔融热塑性物质挤压成丝而获得，喷丝头呈圆形或其它形状，随后挤出丝的直径被迅速缩小，如 Appel 等人的美国专利第 4,340,563 号、Dorschner 等人的美国专利第 3,692,618 号、Matsuki 等人的美国专利第 3,802,817 号、Kinney 的美国专利第 3,338,992 号和美国专利第 3,341,394 号、Hartman 的美国专利第 3,502,763 号、Petersen 的美国专利第 3,502,538 号、Dobo 等人的美国专利第 3,542,615 号中所述。将纺粘纤维骤冷，从而当进入拉伸工序或被沉积于凝聚面时，其表面一般不会发粘。纺粘纤维一般是连续的，并且可以具有大于 7 微米的平均直径，经常是介于大约 10 到 30 微米之间。

“熔喷纤维”意指通过多个喷丝孔(通常是圆形)将熔融热塑性物质挤成熔融线或丝，直接进入收敛高速热气(如空气)流中使其直径减小(且有可能减小到微纤维的直径)而获得的纤维。此后，熔喷纤维被高速气流携带并被沉积到凝聚面上，形成无规分布的熔喷纤维网。这样的工艺公开于如 Butin 等人的美国专利第 3,849,241 号中。熔喷纤维是连续的或非连续的微纤维，其直径一般小于 10 微米，且当被沉积于凝聚面上时通常是自粘合。本发明所用熔喷纤维最好是基本上连续的。

“聚合物”通常包括但不限于均聚物、共聚物(包括嵌段、接枝、

无规和交替共聚物)、三元共聚物等及其混合物和改性物。进一步地,除非特别限定,“聚合物”应当包括具有所有可能的几何形状的物质。这些形状包括但不限于全同立构、间同立构和无规立构对称的。

5 “基本上连续的丝或纤维”指从喷丝头挤出得到的丝或纤维,没有限制地包括纺粘和熔喷纤维,它们在形成无纺网或无纺布之前不会从原始长度被切断。基本上连续的丝或纤维的长度范围从约 15 厘米到超过 1 米,最长可达到所形成的无纺网或无纺布的长度。“基本上连续的丝或纤维”的定义包括那些形成无纺网或无纺布之前未被切断,而在随后当无纺网或无纺布被切断时一并被切断的丝或纤维。

10 “短丝(staple filaments)或纤维”意指天然的或者在形成无纺网之前从生产的丝上被切下的丝或纤维,其长度范围为约 0.1-15 厘米,更普遍的是约 0.2-7 厘米。

15 “纤维”或“纤维状的”意指其长径比大于约 10 的特殊材料。相反地,“非纤维”或“非纤维状的”材料意指其长径比约等于或小于 10 的特殊材料。

“可润湿”意指与诸如水、合成尿或 0.9%重量盐水溶液的液体在空气中的接触角小于 90 度的纤维。该接触角可以采用如 ASTM D724-89 测定。

20 “热塑性”意指受热后变软并且当冷却至室温后基本上回复到原来状态的材料。

“弹性的”和“弹性体的”可互换使用,意指变形后通常将形变力撤掉即能回复到先前形状的材料。特别如此处所用,弹性的或弹性体的意指任何物质在其上施加一偏置力(biasing force)时所显示出来的性质,它使得材料可拉伸到一拉伸后的两侧纤维长度(biased length),该拉伸长度比其松弛的未拉伸两侧纤维长度(unbiased length)至少大约 25%,并且当拉伸力撤消后,它使该材料回复其伸长量的至少 40%。可满足弹性体材料定义的一个假设例子是一个 1 英寸长

的样品，它可被拉伸到至少 1.25 英寸，并且被拉伸到 1.25 英寸以后当外力撤去时，它可回复到不超过 1.15 英寸的长度。很多弹性材料都可被拉伸到其弛豫长度的 25% 以上，且当拉伸力撤去后，可基本上回复到原始自由长度。后一类材料通常更利于实现本发明的目的。

5 “回复”或“回缩”涉及当应用偏置力使材料拉伸，之后再將偏置力撤去时被拉伸材料的收缩。

“超强吸收材料”指水溶胀的但具有水不溶性的有机或无机材料，在最理想的情况下，它们在含 0.9% 重量氯化钠的水溶液中具有至少 15 倍于自身重量，最好至少 30 倍于自身重量的吸收能力。

10 “纸浆纤维”指从天然来源如木质或非木质植物获得的纤维。木质植物包括如落叶树木和针叶树木。非木质植物包括如棉、亚麻、细茎针茅草、马利筋、稻草、黄麻大麻和蔗渣。

“平均纸浆纤维长度”指纸浆的加权平均长度，用型号为 FS-100 的 Kajaani 纤维分析仪测定，这可从芬兰 Kajaani 的 Kajaani Oy Electronics 获得。在实验程序下，将纤维样品用浸渍液处理以确保没有纤维束或纤维碎屑存在。各纤维样品在热水中被分散，并被稀释至约 0.001% 浓度。从该稀释溶液中取出大致 50 到 500ml 份制备各测试样品，并采用标准 Kajaani 纤维分析程序测试各样品。纤维的加权平均长度用下面的公式表示：

20

$$\frac{\sum (X_i * n_i)}{n}$$

$$X_i > 0$$

25

其中 k = 最大纤维长度，

X_i = 各纤维长度，

n_i = 具有长度 X_i 的纤维数目，

和 n = 所测纤维总数。

“双组分丝或纤维”指将用单独的挤塑机挤出的至少两种聚合

物纺在一起形成的一种纤维。在双组分纤维的横截面上，聚合物的排布大体上固定在各明显的区域，并且该排布沿着双组分纤维的长度方向一直延伸下去。这样一种双组分纤维的结构可以是，如一种聚合物被另一种聚合物包围的皮/芯排布或并列排布或“海中岛”排布。在 Kaneko 等人所取得的美国专利第 5,108,820 号、Strack 等人所取得的美国专利第 5,336,552 号、Pike 等人所取得的美国专利第 5,382,400 号中都讲述了双组分纤维，它们各自通过引用被全部结合到本文中。对于双组分纤维，聚合物可以以 75/25、50/50、25/75 的比例或以任何其它所需比例存在。可将超过添加物如色素和表面活性剂掺入到一种或两种聚物流中，或者附在丝表面。

“个人护理吸收用品”包括尿布、运动短裤、游泳衣、吸水短衬裤、成人失禁用品、女性卫生用品。

“空气吹送粘结(thought-air bonding)”或“TAB”指粘结无纺布的一种工艺，例如，使空气通过的双组分纤维网，此处空气需足够热以使组成制网用纤维的聚合物之一融化。空气速度常是 100 到 500 英尺每分钟，停留时间可以是 6 秒长。聚合物的融化和再凝固使其产生粘结。空气吹送粘结具有受限的可变性，通常被认为是第二步粘结工艺。由于 TAB 需要融化至少一种组分以实现粘结，这就被限制在具有两种组分的网如双组分纤维网，或者含粘结纤维或粉末的网。

“热点粘结”包括将纤维织物或纤维网通过垫的压延机辊和支承辊使其粘结。压延机辊虽然不总是，但常常是被以某种方式加上图案，以使织物不是在整个表面发生粘结。因此，开发出了压延机辊的各种图案，这除了出于美观原因外，还出于功能上的考虑。例子之一是有点的图案，即 Hansen Pennings 形或“H&P”形，如 Hansen 和 Pennings 所取得的美国专利第 3,855,046 号中所述，它具有大约 30% 的粘结面积，每平方英寸大约 200 个粘结点。H&P 形具有正方形点或针点粘结面积，每个点的侧面尺寸为 0.038 英寸(0.965mm)，点间

距离为 0.070 英寸(1.778mm), 粘结点的深度为 0.023 英寸(0.584mm)。最终图案的粘结面积约为 29.5%。另一典型的点粘结形状是扩充 Hansen Pennings 或“EHP”粘结形, 它具有正方形点, 粘结面积约为 15%, 每个点的侧面尺寸为 0.037 英寸(0.94mm), 点间距离为 0.097 英寸(2.464mm), 粘结点的深度为 0.039 英寸(0.991mm)。另一典型的点粘结形被称为“714”, 它具有正方形点粘结面积, 每个点的侧面尺寸为 0.023 英寸, 点间距离为 0.062 英寸(1.575mm), 粘结深度为 0.033 英寸(0.838mm)。最终图案的粘结面积约为 15%。另外还有一种常见的形状是 C 星形, 它的粘结面积约为 16.9%。C 星形具有被流星间断的横向条或“灯芯绒”图案。其它常见图案包括具有重复及些微偏移钻石形状的钻石形, 以及看上去如名称(如窗纱)所示的线编织图案。典型地, 粘结面积占织物基层压板网面积的比例在约 10%-30% 范围内变化。正如本领域内所广为人知的, 点粘结除了在各层内将丝和/或纤维粘结从而使各层完整起来以外, 还使复合层结合到一起。

15

优选实施案详述

依照本发明, 提供了一种吸收性弹性非织造织物复合材料, 它含有大量的吸收性物质并且具有优良的贴合性。吸收性弹性非织造网复合材料包括约 3%到小于 20%重量的弹性丝基质, 该弹性丝基质包括多数热塑性弹性体非织造丝、约 20-77%重量的吸收性纤维、以及约 20-77%重量的超强吸收材料。吸收纤维和超强吸收材料包含在基质中。优选地, 吸收性弹性非织造网复合材料包括约 5-18%重量的弹性丝基质、约 25-70%重量的吸收性纤维、约 25-70%重量的超强吸收材料。更优选地, 吸收性弹性非织造网复合材料包括约 5-15%重量的弹性丝基质、约 30-62%重量的吸收性纤维、约 40-65%重量的超强吸收材料。

20

25

此处适宜用来制备热塑性弹性体纤维的材料包括双嵌段、三嵌段或多嵌段弹性体共聚物, 例如烯烃共聚物, 包括苯乙烯-异戊二烯-

苯乙烯、苯乙烯-丁二烯-苯乙烯、苯乙烯-乙烯/丁烯-苯乙烯或苯乙烯-乙烯/丙烯-苯乙烯、它可从 Shell 化学公司商品名为 KRATON®的弹性体树脂获得；聚氨基甲酸酯，包括那些可从 E. I. Du Pont de Nemours 公司获得的商品名为 LYCRA®的聚氨基甲酸酯；聚酰胺，包括可从 Ato 化学公司获得的商品名为 PEBAX®的聚醚嵌段酰胺；聚酯，如那些可从 E. I. Du Pont de Nemours 公司获得的商品名为 HYTREL®的聚酯；密度小于约 0.89 克/毫升的单一部位催化或金属茂催化聚烯烃类，它们可从 Dow 化学公司名为 AFFINITY®的商品获得。

10 很多嵌段共聚物都可用于制备在本发明中有用的热塑性弹性体纤维。这样的嵌段共聚物通常包括弹性体中间嵌段部分和热塑性端基封闭部分。用于本发明的嵌段共聚物在低于端基封闭部分的玻璃化转变温度(T_g)下一般具有三维物理交联结构，是弹性体。该嵌段共聚物也具有热塑性，这是由于它们可以被多次融化、成型、再固化，其物理性质只有极小或甚至没有变化(假设氧化降解为最小程度)。

15 合成此种嵌段共聚物的一种方法是将热塑性端基封闭部分和弹性体中间嵌段部分分别聚合。一旦中间嵌段部分和端基封闭部分分别形成，则可将它们联结。典型地，中间嵌段部分可通过将二和三不饱和的 C_4 - C_{10} 烃，例如丁二烯、异戊二烯等二烯以及 1,3,5-庚三烯等三烯聚合而得到。当端基封闭部分 A 与中间嵌段部分 B 结合时，
20 形成 A-B 嵌段共聚物单元，将该单元通过各种技术或各种偶联剂 C 使其被偶联，从而拥有如 A-B-A 的结构，人们相信它包括以尾对尾 A-B-C-B-A 排布形式联结在一起的两种 A-B 嵌段。应用相似的技术，可以形成放射状的嵌段共聚物，其分子式为 $(A-B)_n C$ ，其中 C 代表中心或中心多官能偶联剂，n 是大于 2 的数字。采用偶联剂技术，C 的
25 官能度决定 A-B 分枝的数量。

端基封闭部分 A 通常包括聚乙烯基芳烃，如平均分子量为 1,000-60,000 的聚苯乙烯。中间嵌段部分 B 通常包括基本无定形聚烯烃，如聚异戊二烯、乙烯/丙烯聚合物、乙烯/丁烯聚合物、聚丁二烯

等，或其混合物，其平均分子量为约 5,000-约 450,000。嵌段聚合物的总分子量优选值为约 10,000-约 500,000，更优选值为约 200,000-约 300,000。嵌段共聚物中中间嵌段部分的残余不饱和度可以被选择性氢化，从而减少嵌段共聚物中烯烃双键的含量，使其残余不饱和度的含量低于 5%，最好是低于约 2%。这样的氢化是为了降低对氧化降解的灵敏度，可以对弹性体的性质产生有利的影响。

用于本发明的合适的嵌段共聚物包括至少两种主要聚苯乙烯端基封闭部分和至少一种主要乙烯/丁烯中间嵌段部分。作为一个例子，在这样的共聚物中，乙烯/丁烯一般可含大量的重复单元，且嵌段共聚物的 70%重量或以上由乙烯/丁烯组成。嵌段共聚物可以有三个或更多的臂，当具有如 4、5 或 6 个臂时，可获得良好的结果。如果需要，那么中间嵌段部分可被氢化。

线性嵌段共聚物，如 A-B-A、A-B-A-B-A 等，可在端基封闭部分含量的基础上进行适当的选择，最好是大型的端基封闭。对于聚苯乙烯-乙烯/丁烯-聚苯乙烯嵌段共聚物来说，合适的苯乙烯含量约大于 10%重量，如介于约 12%-约 30% (重量)之间。当苯乙烯含量较高时，聚苯乙烯端基封闭部分通常具有相对较大的分子量。市售可获得的这样的线性嵌段共聚物的一个例子是苯乙烯-乙烯/丁烯-苯乙烯嵌段共聚物，它含有大约 13%重量的苯乙烯单元和与之达成平衡的必要的乙烯/丁烯单元，可以从 Shell 化学公司买到商品名为 KRATON®G1657 的弹性体树脂。据报道，KRATON® G1657 弹性体树脂的典型性质包括 3400 磅/平方英寸(2×10^6 千克/平方米)的拉伸强度、350 磅/平方英寸(1.4×10^5 克/平方米)的 300%模量、750%的断裂伸长、65 的肖氏 A 硬度、以及在室温下的 25%重量浓度的甲苯溶液中具有约 4200 厘泊的布鲁克菲尔德粘度。另一个合适的弹性体 KRATON® G2740 是与增粘剂及低密度聚乙烯混合的苯乙烯丁二烯嵌段共聚物。

其它合适的弹性体聚合物也可用来制备热塑性弹性纤维。这些

物质包括(但不限于)弹性体(单活性点(single-site)或金属茂催化的)聚丙烯、聚乙烯、以及其它 α -烯烃均聚物和共聚物,其密度小于大约0.89克/毫升;乙烯-乙烯剂醋酸酯共聚物、基本无定形共聚物,以及乙烯-丙烯、丁烯-丙烯和乙烯-丙烯-丁烯的三元共聚物。

5 金属茂催化的弹性体聚合物是相对较新的,是目前最优选的。制备聚烯烃的金属茂工艺采用由助催化剂激活(即离子化)的金属茂催化剂。

10 用金属茂催化剂制备的聚合物,其分子量分布较窄。“窄分子量分布聚合物”指分子量分布小于约3.5的聚合物。正如本领域内所广为人知的,聚合物的分子量分布是聚合物的重均分子量与聚合物的数均分子量之比。测定分子量分布的方法在聚合物科学与工程大全(Encyclopedia of Polymer Science and Engineering)的1985年第3卷第299-300页中有描述。窄分子量分布的聚烯烃的例子包括金属茂催化的聚烯烃、单活性点催化的聚烯烃、以及上述限制几何形状催化的聚烯烃。正如本领域技术人员所普遍了解的,金属茂催化的聚烯烃和限制几何形状催化的聚烯烃有时归属于单活性点催化的聚合物类型。对于用金属茂催化剂制备的聚合物,它可能具有低于3.5甚至低于2的多分散性(M_w/M_n)。当与由齐格勒-纳塔催化剂制备的聚合物相比时,上述聚合物还可能具有窄的短链支化分布。

20 金属茂催化剂包括双(正丁基环戊二烯基)二氧化钛、双(正丁基环戊二烯基)二氧化锆、双(环戊二烯基)氯化铀、双茚基二氧化锆、双(甲基环戊二烯基)二氧化钛、双(甲基环戊二烯基)二氧化锆、二茂钴、环戊二烯基三氯化钛、二茂铁、二氧化二茂铪、异丙基(环戊二烯基)-1-茚基二氧化锆、二氧化二茂钼、二茂镍、二氧化二茂铌、二茂钒、二氧化二茂钛、氯化二茂锆氢化物、二氧化二茂锆以及其它。

25 关于这类化合物,在授权给 Rosen 等人并且转让给 Dow 化学公司的美国专利 5,374,696 中有更为详尽的列表。在授权给 Stevens 等人并且也是转让给 Dow 化学公司的美国专利 5,064,802 中也有关于这类化

合物的讨论。

金属茂工艺，特别是该催化剂及催化剂载体体系是大量专利的主题。给 Kaminsky 等人的美国专利 4,542,199 中描述了采用通常通式为(环戊二烯基)₂MeRHal 的金属茂催化剂制备聚乙烯的过程，其中 Me 是过渡金属，Hal 是卤素，R 是环戊二烯基或 C1-C6 的烷基团或卤素。在授权给 LaPointe 等人并且转让给 Dow 化学公司的美国专利 5,189,192 中描述了通过金属中心氧化制备加成聚合催化剂的方法。授权给 Exxon 化学专利有限公司的美国专利 5,352,749 描述了在流化床上聚合单体的方法。美国专利 5,349,100 描述了手形金属茂的化合物以及通过对映选择氢化物转移产生手性中心从而合成该化合物的方法。

助催化剂是下述物质，如最普通的甲基铝氧烷(aluminoxane) (MAO)、其它烷基铝和含硼化合物如三(五氟代苯基)硼、四(五氟代苯基)硼锂、二甲基苯基铵四(五氟代苯基)硼。由于加工及产物污染问题，人们继续研究其它助催化剂，或者探索是否有可能减少甚至消除烷基铝。重要之处在于金属茂催化剂可被激活或者说被离子化成阴离子形式以用于单体聚合反应。

当采用立体选择性金属茂催化剂时，也可以使用金属茂催化剂体系来非常接近地控制聚合物的全同立构规整度。实际上，所制备的聚合物的全同立构规整度超过 99%。应用该体系还可以制备高度间同立构的聚丙烯。

控制聚合物的全同立构规整度还可生成一种聚合物，该聚合物在其链长内交替含有全同立构嵌段和无规立构嵌段。由于无规立构部分的存在，该结构导致弹性聚合物的生成。发表在 Science 杂志第 267 卷(1995 年 1 月 13 日)的第 191 页上的 K. B. Wagner 的文章中讨论了该种聚合物的合成。在讨论 Coates 和 Waymouth 的工作时，Wagner 解释说催化剂在立体化学结构间振动，导致聚合物链具有与无规立构中心的动态长度相关连的全同立构立体中心的动态长度。全同立

5 构的优势被减小产生弹性。在同一期的第 217 页上发表了 Geoffrey W. Coates 和 Robert M. Waymouth 题为“Oscillating Stereocontrol: A Strategy for the Synthesis of Thermoplastic Elastomeric polypropylene”的文章，文中提到他们在甲基铝氧烷(MAO)存在下使用金属茂双(苯基茚基)二氯化锆，并且通过改变反应器内的温度和压力，使聚合物形式在全同立构和无规立构间振动。

10 金属茂聚合物的工业产品多少有些有限，但仍然在增加。该类聚合物可从 Baytown, Texas 的 Exxon 化学公司商品名为 EXXPOL[®]的以聚丙烯为基础的聚合物获得，以及商品名为 EXACT[®]的以聚乙烯为基础的聚合物获得。密歇根州 Midland 的 Dow 化学公司拥有能以 ENGAGE[®]名称买到的聚合物。人们相信应用无规立构选择性金属茂催化剂可以制备该种材料。Exxon 一般称他们的金属茂催化剂技术为“单活性点”催化剂，而 Dow 则把他们的 INSIGHT[®]作为“限制几何形状”催化剂，以区别于传统的具有多反应部位的齐格勒-纳塔催
15 化剂。其它生产商如 Fina Oil、BASF、Amoco、Hoechst 和 Mobil 在本领域都很活跃，并且人们相信在未来十年，利用该技术生产聚合物的可能性将大幅增长。

20 说到基于金属茂的弹性体聚合物，授权给 Kaminsky 等人的美国专利 5,204,429 描述了一种方法，它通过利用催化剂从环烯烃和线性烯烃生产弹性共聚物，该催化剂是立构刚性(stereorigid)手性金属茂过渡金属化合物和铝氧烷。该聚合反应在惰性溶剂如脂肪族或如甲苯等环脂肪族烃中展开。反应也可采用聚合单体作为溶剂在气相中发生。授权给 Lai 等人并且转让给 Dow 化学公司的题为“Elastic Substantially Linear Olefin Polymers”的美国专利 5,278,272 和 5,272,236
25 描述了具有特殊弹性的聚合物。Dow 也在工业上生产名 ENGAGE[®]的弹性体聚烯烃。

弹性体纤维在长度方面可以是基本上连续的或定长的，但最好是基本上连续的。基本上连续的丝对纤维素纤维和超强吸收材料具

有较好的包容性，且有良好的弹性回复，以及比定长纤维拥有更佳的液体分布性。弹性体纤维可采用纺粘法、熔喷法或其它合适的方法生产。弹性体纤维的平均直径约为 1-75 微米，优选约为 1-40 微米，更优选约为 1-30 微米。

5 热塑性弹性体纤维的横截面可以是圆形，也可以是其它几何形状，如椭圆形、矩形、三角形、多叶形。热塑性弹性体纤维是可润湿的。可以通过对制备好的热塑性弹性体纤维进行表面亲水处理使其具有可润湿性。

10 作为选择，也可以在纺丝之前向聚合物中加入亲水成分从而使热塑性弹性体纤维具有可润湿性。一般地，任何可与热塑性弹性体成分相聚合并且使最终共聚型产物具有亲水性从而可润湿的聚合组分都可被用于本发明，其中亲水成分基本上不影响所制备纤维的弹性。适用于本发明的亲水成分除了大量的各种工业用亲水表面活性剂以外，没有限制地，还包括(但不限于)聚环氧乙烷和聚乙烯醇。

15 在另一个实施方案中，热塑性弹性体纤维可以是双组分丝或者说双组成丝，其聚合物组分之一是亲水的或可成为亲水的。一个典型的实施例是亲水性芯被亲水性皮包围着的皮/芯型双组分丝。可对双组分丝的一种或两种组分进行内部和/或局部处理。弹性体丝还可包括其它添加物如色素等。

20 吸收性纤维可以是任何液体-吸收的天然或合成纤维，在最理想的条件下，它们在含 0.9%重量氯化钠的水溶液中具有约 1-15 倍于自身重量的吸收能力。吸收性纤维没有限制地包括粘胶定长短纤维、棉纤维、天然纤维素纤维如木浆纤维和棉短绒以及其它纸浆纤维、纤维化羽毛，如纤维化鸡毛等纤维化家禽毛。

25 纸浆纤维特别适合用作弹性体非织造织物复合材料中的吸收性纤维。优选如纸浆纤维包括纤维素纸浆纤维。纸浆纤维可以是任何高平均纤维长度的纸浆、低平均纤维长度的纸浆、或它们的混合物。

“高平均纤维长度的纸浆”指含有相对少量短纤和非纤维颗粒

的纸浆。高纤维长度纸浆的平均纤维长度典型的是大于 1.5mm，最好约为 1.5-6mm，正如通过光学纤维分析仪如上述的 Kajaani 测试仪测定的来源除了筛滤后的二次纤维纸浆外，一般还包括非二次(原生)纤维。高平均纤维长度纸浆的例子包括漂白的和未漂白的原生软木纤维浆。

“低平均纤维长度的纸浆”指含有大量短纤和非纤维颗粒的纸浆。低平均纤维长度纸浆的平均纤维长度小于 1.5mm，最好约为 0.7-1.2mm，正如通过光学纤维分析仪如上述的 Kajaani 测试仪测定的。低纤维长度纸浆的例子除了来自办公废纸、新闻用纸、纸板碎屑等的二次纤维纸浆外，还包括原生硬木浆。

高平均纤维长度木浆的例子包括那些可从美国 Alliance Coosa Pines 公司获得的商品名为 Longlac 19、Coosa River 56 和 Coosa River 57 的物质。低平均纤维长度纸浆的例子可包括某种原生硬木浆和来自新闻用纸、再生纸板、办公废纸等的二次(即再生)纤维纸浆。高平均纤维长度纸浆与低平均纤维长度纸浆的混合物中包含了占优势的低平均纤维长度纸浆。

纸浆纤维可以是未被精制的或者被打浆成各种程度的精制料。还可在纸浆混合物中加入交联剂和/或吸水剂。如果需要一种非常宽松或松散的非织造纸浆纤维织物，则可加入脱粘剂以减少氢键的含量。脱粘剂的实例如宾夕法尼亚州 Conshohocken 的 Quaker Oats 化学公司名为 Quaker 2008 的商品。加入一定量(例如复合材料的 1-4%重量)的脱粘剂可减小所测得的静摩擦或动摩擦系数，并提高热塑性连续聚合物丝的耐磨性。脱粘剂相当于润滑剂或减阻剂。被脱粘的纸浆纤维可以从 Weyerhaeuser 公司以 NB405 名称得到。

超强吸收材料可以以纤维、颗粒或它们的混合物的形式存在。如前所述，“超强吸收”或“超强吸收材料”指水溶胀的、水不溶性的有机或无机材料，在最理想的情况下，它们在含 0.9%重量氯化钠的水溶液中具有至少约 15 倍于自身重量，最好至少约 30 倍于自

身重量的吸收能力。

5 超强吸收材料可以是天然的、合成的以及改性天然的聚合物和材料。此外，超强吸收材料可以是如硅胶等无机物质，也可以是如交联聚合物等有机化合物。“交联”指可使正常为水溶性的物质有效成为基本上在水中不溶解但可溶胀的物质的任何方法。这样的方法包括，例如物理缠结、局部结晶、共价结合、离子配合物和离子缔合、亲水缔合如氢键、疏水缔合或范德华力。

10 合成超强吸收材料的例子包括聚丙烯酸和聚甲基丙烯酸的碱金属和铵盐、聚丙烯酰胺、聚乙烯醚、马来酸酐与乙烯醚和 α 烯烃的共聚物、聚乙烯吡咯烷酮、聚乙烯吗啉酮、聚乙烯醇、以及它们的混合物和共聚物。超强吸收材料进一步包括天然和改性天然聚合物，如水解丙烯腈接枝淀粉、丙烯酸接枝淀粉、甲基纤维素、壳聚糖、羧甲基纤维素、羟丙基纤维素，以及天然树胶，如藻酸酯、黄原胶、槐树豆胶等。天然和全部或部分合成超强吸收聚合物的混合物也可用于本发明。在 1975 年 8 月 26 日授权的美国专利 3,901,236 中 Assarsson 等人公开了其它的合适的吸收胶凝材料。在 1978 年 2 月 28 日授权给 Masuda 等人的美国专利第 4,076,663 号中和 1981 年 8 月 25 日授权给 Tsubakimoto 等人的美国专利第 4,286,082 号中公开了制备合成吸收胶凝聚合物的方法。

20 超强吸收材料可以是干凝胶，它被润湿后形成水凝胶。不过，术语“水凝胶”往往还用于指超强吸收聚合物材料的润湿的和未润湿的形态。超强吸收材料可以以很多形式存在，例如薄片、粉末、颗粒、纤维、连续纤维、网状结构、溶纺丝和网。颗粒可以是任何需要的形状，如螺旋或半螺旋、立方体、棒状、多面体等。针状、薄片、纤维以及它们的组合也可被采用。

25 超强吸收材料的颗粒大小一般约为 20-1000 微米。合适的市售可获得的颗粒状超强吸收材料的例子包括位于弗吉尼亚 Portsmouth 的 Hoescht Celanese 的 SANWET® IM 3900 和 SANWET® IM-5000P、位

于密歇根州 Midland 的 Dow 化学公司的 DRYTECH[®] 2035LD、位于北卡罗来纳 Greensborough 的 Stockhausen 的 FAVOR[®] SXM 880。纤维状超强吸收材料的一个例子是位于英国 Grimsby 的 Technical Absorbent 的 OASIS[®]101。

5 采用本领域所熟知的工艺，可以将热塑性弹性体非织造丝与吸收性和超强吸收性物质相结合。例如可采用共成形工艺，在此法中，至少一个熔纺喷丝头位于溜槽附近，在织物形成过程中通过该溜槽加入其它物质。共成形工艺在授权给 Lau 的美国专利 4,818,464 和授权给 Anderson 等人的美国专利 4,100,324 中有描述，其公开内容通过
10 引用结合到本文中。也可采用液压缠接或机械缠接将热塑性弹性体丝与吸收性和超强吸收性物质结合起来。液压缠接法在授权给 Evans 的美国专利 3,485,706 中有描述，其公开内容通过引用结合到本文中。将各种成分复合好以后，可通过空气吹送粘结或热点粘结技术将吸收性弹性非织造复合材料粘结起来以使其具有连贯的高度完整结
15 构。

 作为选择，吸收性结构也可利用两个喷丝头挤出弹性体丝，并在两个弹性体丝层之间注射入吸收性和超强吸收性物质作为中间层来形成为层结构。可实现弹性体丝与吸收性/超强吸收性物质间各种程度的混合，以促进弹性体丝的较大和较小浓度的区域。在共成形
20 法中，各吸收组分被基本上平均分布于弹性非织造网的各丝之间，而层结构织物则用来替换由共成形法产生的吸收性结构。

 本发明的吸收性弹性非织造材料可被拉伸到其原始未拉伸长度的至少约 110%，采用的拉伸载荷与基准重量之比低于含 20%或更多弹性丝的相似材料的比例。对于本发明的吸收性弹性非织造材料，
25 当与弹性丝含量为 20%或更多的材料相比时，优选拉伸载荷与基准重量的比率至少小于约 10%，更优选至少小于约 25%。吸收性弹性非织造材料适合用来做个人护理用品和医用吸收材料，此处贴合性、舒适性、柔软性、高吸收性和相对的低成本都是重要的。个人护理

吸收用品包括尿布、运动短裤、游泳衣、吸水内裤、婴儿用擦布、成人失禁用品、女性卫生用品及其它。吸收性弹性非织造材料特别适合用作尿布，因为此处柔软贴合性、高吸收性都很重要。可利用吸收性弹性非织造材料的其它吸收用品包括(但不限于)吸收性医用品，如 underpads、弹性绷带、吸收性被单、含酒精和/或其它消毒剂的医用擦布。

实施例

将下述各成分组合，制备出 16 种吸收性弹性非织造复合材料：

10 1. Weyerhaeuser NB405，带脱粘剂的来自南方松树(Southern Pine trees)的软木浆。

2. 美国 Alliance Coosa Pines 1654，带 16%硬木的来自南方松树的软木浆。

15 3. Sappi Saiccor Eucalyptus，含精细纤维的低平均纤维长度纸浆，可从位于纽约 Purchase 的 National Gottesman 公司获得。

4. KRATON®G2740，可从 Shell 化学公司买到的一种弹性体，包括带增粘剂的苯乙烯-丁二烯嵌段共聚物和低密度聚乙烯的混合物。该弹性体形成为熔喷丝，且长度上基本上是连续的。

20 5. FAVOR® SXM 880，可从 Stockhausen 公司获得的微粒状以丙烯酸酯为基础的超强吸收材料。

将 KRATON®丝用 0.4-2%的表面活性剂体系喷淋处理，该表面活性剂体系含有比例 3:1(以有效重量(active weight)计)的 AHCOVEL® base N62 与 GLUCOPON® 220UP，前者可从 Hodgson 纺织与化学公司获得，后者可从 Henkel 公司获得。随后采用与授权给 Anderson 等人的美国专利 4,100,324 中所述方法相似的共成形法，将丝与吸收组分相结合。将超强吸收颗粒与纸浆纤维一起掺入到形成的基本上连续的丝的物流中。对于各类纸浆，将不同的量的纸浆和超强吸收材料掺入到弹性体丝中，其占吸收性弹性非织造复合材料的 5%重量到

至少 20%重量, 最多约 40%重量。

然后采用下述技术对所制备的样品进行测试:

拉伸试验

5 依照 INDA 条状材料拉伸测试程序 IST110.1-92 实施拉伸实验。
用 3 英寸宽样品代替 IST110.1-92 中所述的 2 英寸宽样品。试验参数
包括 a)直角压出(cross-head)速度: 20" /min. , b) 10 磅或 25 磅的载荷
单元(load cell), c) 3 英寸的规格长度, d)恒定伸长速率。

10 当样品的伸长增量继续变化时, 拉伸载荷瞬间减小 75%, 此时
定义为发生断裂, 在该断裂点所测得的值即为最终断裂载荷和断裂
伸长。

峰值载荷是测试过程中的最大载荷值, 峰值伸长是峰值载荷处
的伸长值。

15 用应力应变曲线的起始部分的应力/应变比计算初始模量, 应力
是载荷与横截面积之比, 应变是用伸长量除以初始长度所得的值。

往复拉伸试验

20 对于往复拉伸实验, 所用样品依照 INDA 条状材料拉伸测试程
序 IST110.1-92 进行准备和处理。用 3 英寸宽样品代替 IST110.1-92
中所述的 2 英寸宽样品。依照 IST110.1-92 将样品安装到测试机的夹
钳上, 该测试机是 IST110.1-92 中所述的恒定伸长速率测试机。往复
拉伸试验的各参数如下:

| | | |
|----|---------|------------|
| 25 | 直角压出速度: | 20" /min. |
| | 载荷单元: | 10 磅或 25 磅 |
| | 规格长度: | 3 英寸 |
| | 往复周期数: | 5 |
| | 每周周期伸长: | 100% |

对于 5 个周期中的每一个周期而言, 样品都被拉伸至其起始长

度的 100%(或者说总长 6 英寸), 并且回复到起始位置(0%伸长或者说 3 英寸)。所记录的性能是全部周期的%滞后(%能量损耗)和第 5 周期之后的%残余形变。

5 %滞后(%能量损耗)是在一个特定周期内的能量损失量。对于特定周期而言, 该值为载荷曲线与卸荷曲线间的面积。

%残余形变是当所加应力去处之后所残留的应变。残余形变的计算为(最终长度-起始长度)/起始长度*100。第 5 周期当载荷撤去之后, 在载荷首先达到 0 时测定最终长度。

10 饱和能力试验

在 0.9%盐溶液中将各种复合材料的 6" × 9" 样品浸渍 20 分钟, 以测定各样品的饱和能力。然后, 将样品放真空箱内, 在 0.5 磅/平方英寸(psi)的压强下使其放水 5 分钟。用湿样品的重量减去干样品的重量, 再将此差值除以干样品的重量, 所得结果即为样品的饱和能力。记录下该结果。

15

压缩

在测试之前采用加热液压机, 用 1.3mm 的薄垫片, 在 110° F 和 20,000 磅的压力下将一些样品压缩 10-50 秒。

20 下表 1 所示为对 16 种吸收性弹性非织造复合材料的测试结果。从这些样品可知, 对于给定的纸浆类型, 峰值载荷/基准重量之比通常随着弹性非织造丝的百分比而增加。弹性丝含量低于 20%时的该比值低于弹性丝含量在 20%或更大时的比值。然而, 这些差别在非压缩样品中表现得比在压缩样品中更为明显。当伸长为 10%时, 载

25 荷/基准重量之比也具有相似的趋势。

表 1

| 样品号# | 纸浆种类 | % KRATON G2740 | % 纸浆 | % FAVOR SXM 880 | 基准重量gsm | 密度g/cc | 饱和能力g/g | 峰值载荷/基准重量g/gsm |
|------|--------|----------------|------|-----------------|---------|--------|---------|----------------|
| | 压缩的 | | | | | | | |
| 1 | NB-405 | 10 | 56 | 34 | 409 | 0.2 | 16.0 | 1.16 |
| 2 | NB-405 | 15 | 54 | 31 | 461 | 0.2 | 15.5 | 1.56 |
| 3 | NB-405 | 10 | 53 | 37 | 383 | 0.2 | 18.0 | 1.29 |
| 4 | NB-405 | 20 | 43 | 37 | 420 | 0.2 | 16.0 | 1.33 |
| 5 | 桉树 | 10 | 53 | 37 | 362 | 0.2 | 17.7 | 1.45 |
| 6 | 桉树 | 20 | 43 | 37 | 392 | 0.2 | 16.4 | 2.70 |
| 7 | 桉树 | 15 | 53 | 31 | 434 | 0.2 | 14.6 | 2.25 |
| 8 | 桉树 | 30 | 44 | 26 | 635 | 0.2 | 13.3 | 3.00 |
| 9 | 1654 | 15 | 54 | 31 | 451 | 0.2 | 12.8 | 2.00 |
| 10 | 1654 | 31 | 45 | 25 | 523 | 0.2 | 10.4 | 3.25 |
| 11 | 1654 | 41 | 38 | 21 | 370 | 0.2 | 10.2 | 2.65 |
| | 未压缩 | | | | | | | |
| 12 | NB-405 | 5 | 59 | 35 | 194 | .10 | 19.5 | 0.50 |
| 13 | NB-405 | 10 | 53 | 37 | 197 | .10 | 17.0 | 1.10 |
| 14 | NB-405 | 15 | 47 | 38 | 205 | .12 | 17.0 | 1.75 |
| 15 | NB-405 | 20 | 43 | 37 | 205 | .15 | 18.1 | 2.25 |
| 16 | NB-405 | 5 | 57 | 38 | 403 | .11 | 19.5 | 0.50 |
| 17 | NB-405 | 10 | 55 | 35 | 392 | .11 | 17.5 | 0.93 |
| 18 | NB-405 | 15 | 49 | 36 | 395 | .12 | 16.2 | 3.00 |
| 19 | NB-405 | 20 | 43 | 37 | 396 | .16 | 15.5 | 2.41 |
| 20 | 1654 | 15 | 54 | 31 | 451 | .08 | 13.0 | 1.79 |
| 21 | 1654 | 31 | 45 | 25 | 523 | .10 | 11.4 | 6.49 |
| 22 | 1654 | 41 | 38 | 21 | 370 | .11 | 11.2 | 12.73 |
| 23 | 桉树 | 15 | 53 | 31 | 434 | .12 | 15.0 | 0.51 |
| 24 | 桉树 | 30 | 44 | 26 | 635 | .14 | 13.0 | 0.87 |

表 1(继续)

| 样品号# | 纸浆种类 | 峰值载荷时的伸长% | 最终伸长% | 初始模量 N/cm ² | 伸长为10%时的载荷/基准重量g/gsm | 100%伸长时的5周期测试 | | |
|------|--------|-----------|-------|---------------------------|----------------------|---------------|---------------|---------------|
| | | | | | | 周期1 % 能量损耗 | 周期3 % 能量损耗 | 周期5 % 能量损耗 |
| | 压缩的 | | | | | | | |
| 1 | NB-405 | 12 | 152 | 19 | 1.13 | 87 | 43 | 25 |
| 2 | NB-405 | 20 | 197 | 27 | 1.25 | 80 | 38 | 20 |
| 3 | NB-405 | 16 | 125 | 21 | 1.15 | 84 | 40 | 23 |
| 4 | NB-405 | 25 | 228 | 24 | 1.02 | 75 | 37 | 18 |
| 5 | 桉树 | 235 | 384 | 13 | 0.63 | 75 | 41 | 25 |
| 6 | 桉树 | 250 | 459 | 32 | 1.39 | 65 | 27 | 12 |
| 7 | 桉树 | 40 | 252 | 33 | 1.25 | 73 | 31 | 16 |
| 8 | 桉树 | 35 | 299 | 99 | 1.87 | 70 | 31 | 17 |
| 9 | 1654 | 26 | 329 | 40 | 1.29 | 66 | 31 | 16 |
| 10 | 1654 | 415 | 433 | 36 | 1.90 | 66 | 31 | 14 |
| 11 | 1654 | 225 | 189 | 37 | 1.54 | 79 | 34 | 18 |
| | 未压缩 | | | | | | | |
| 12 | NB-405 | 28 | 125 | 2 | 0.19 | 76 | 28 | 24 |
| 13 | NB-405 | 150 | 150 | 7 | 0.55 | 73 | 32 | 28 |
| 14 | NB-405 | 239 | 250 | 10 | 0.70 | 73 | 33 | 29 |
| 15 | NB-405 | 266 | 275 | 14 | 0.76 | 65 | 29 | 26 |
| 16 | NB-405 | 27 | 100 | 4 | 0.26 | 81 | 34 | 28 |
| 17 | NB-405 | 34 | 125 | 5 | 0.40 | 73 | 33 | 29 |
| 18 | NB-405 | 266 | 266 | 10 | 0.65 | 80 | 38 | 35 |
| 19 | NB-405 | 242 | 242 | 17 | 0.97 | 68 | 32 | 30 |
| 20 | 1654 | 280 | 438 | 9 | 0.66 | 71 | 32 | 30 |
| 21 | 1654 | 440 | 590 | 18 | 1.15 | 61 | 27 | 12 |
| 22 | 1654 | 440 | 492 | 37 | 1.66 | 59 | 27 | 11 |
| 23 | 桉树 | 30 | 419 | 22 | 0.35 | 70 | 29 | 14 |

| | | | | | | | | |
|----|----|----|-----|----|------|----|----|----|
| 24 | 桉树 | 80 | 445 | 20 | 0.44 | 72 | 31 | 14 |
|----|----|----|-----|----|------|----|----|----|

虽然本发明所述实施例是目前较好的，但只要不背离本发明的精神和范围，就可对其进行各种修正和改进。所附权利要求对本发明范围进行了阐述，它包括所有在其含义范围内的以及与之等效的变化。