



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101415545 B

(45) 授权公告日 2013. 06. 19

(21) 申请号 200780012011. X

(22) 申请日 2007. 01. 29

(30) 优先权数据

11/346, 647 2006. 02. 03 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2008. 10. 06

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2007/002471 2007. 01. 29

(87) PCT申请的公布数据

W02007/102956 EN 2007. 09. 13

(73) 专利权人 格雷斯公司

地址 美国马里兰州

(72) 发明人 A·兰加纳坦 K·-A·里德

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

司 72001

代理人 赵华伟 曹若

(51) Int. Cl.

B32B 9/00(2006. 01)

(56) 对比文件

US 3592727 A, 1971. 07. 13,

JP 昭 57-94403 A, 1982. 06. 11,

US 2418492 A, 1947. 04. 08,

US 4574108 A, 1986. 03. 04,

审查员 吴志敏

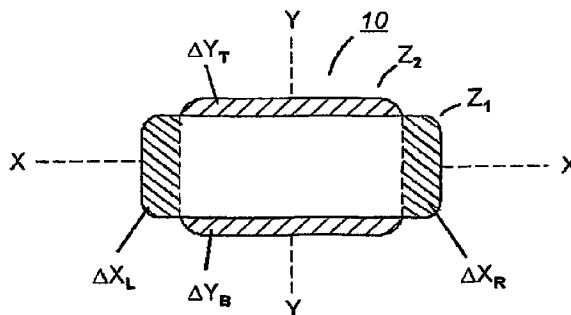
权利要求书2页 说明书8页 附图3页

(54) 发明名称

双锥形加强纤维

(57) 摘要

无断裂、非可原纤化的短纤维,用于加强如混凝土这样的基质材料,沿着它们的长度有基本均匀的横截面积用于在抵抗拉出时有最大效率,和沿着它们的长度有2个不同的锥形特征。本发明优选的双锥形纤维有很高的弹性模量,范围在5-250千兆帕,和优选地在2个锥形尺寸中调整。公开了包含纤维的基质材料,以及制造纤维的方法。



1. 用于加强基质材料的纤维,包括:

具有两个相反端的纤维本体,在两个相反端之间限定中间细长纤维本体部分,该部分在被混合进基质材料时是无断裂且非可原纤化,基质材料是混凝土、灰浆、薄浆或者合成聚合物,纤维具有长度 5mm-100mm;

纤维本体部分限定纵向主轴 Z 并包括横截面外形有用于抵抗从混凝土或其它基质材料中拉出的 2 个锥形尺寸,在垂直于 Z 轴的第 1 横向小轴 X 上形成第 1 锥形尺寸,在垂直于 X 和 Z 轴两者的第 2 横向小轴 Y 上形成第 2 锥形尺寸;

第 1 和第 2 锥形尺寸有相反的锥形性能,其中,沿着 Z 轴,当第 2 锥形尺寸沿着 Y 轴减小时第 1 锥形尺寸沿着 X 轴增加,当第 2 锥形尺寸沿着 Y 轴增加时第 1 锥形尺寸沿着 X 轴减小;

横截面积沿着 Z 轴保持均匀,具有所述相反的锥形尺寸性能,沿着纤维的长度纤维的横截面积变化不大于 10%;和

所述的纤维具有不小于 10 和不大于 500 的按长度对等价直径的纵横比;不小于 5 千兆帕和不大于 250 千兆帕的弹性模量;不小于 400 兆帕和不大于 2,500 兆帕的拉伸强度;和不小于 50 牛顿每根纤维和不大于 5,000 牛顿每根纤维的负荷承载能力。

2. 如权利要求 1 所述的纤维,其特征在于所述纤维有长度不小于 10 mm 和不大于 60 mm。

3. 如权利要求 1 所述的纤维,其特征在于所述纤维有长度对等价直径的纵横比不小于 25 和不大于 500。

4. 如权利要求 1 所述的纤维,其特征在于所述纤维有弹性模量不小于 20 千兆帕和不大于 100 千兆帕。

5. 如权利要求 1 所述的纤维,其特征在于沿着纤维的长度纤维的横截面积变化不大于 5%。

6. 如权利要求 1 所述的纤维,其特征在于所述纤维有至少四分之一的调整,其特征在于在宽度上该纤维横截面外形增加和减小对应于在厚度上减小和增加。

7. 如权利要求 6 所述的纤维,其特征在于所述纤维有至少一个调整,其特征在于在宽度上该纤维横截面外形一次增加和一次减小分别对应于在厚度上一次减小和一次增加。

8. 如权利要求 1 所述的纤维,其特征在于每根纤维本体有不少于 2 次的调整和不大于 30 次的调整。

9. 如权利要求 1 所述的纤维,其特征在于其横截面外形在有第一 X/Y 比即沿 X 小轴的测量值除以沿 Y 小轴的测量值的第 1 形状和有不同于第 1 形状的第二 X/Y 比的第 2 形状之间调整。

10. 如权利要求 9 所述的纤维,其特征在于所述横截面外形在所述第一和第二 X/Y 比之间的调整不大于 30 次。

11. 如权利要求 1 所述的纤维,其特征在于所述纤维包括金属或聚合物。

12. 如权利要求 1 所述的纤维,其特征在于所述纤维包括从一组材料中选择的聚合物,该组材料包括聚乙烯醇、聚乙烯、聚丙烯、聚甲醛、聚酰胺和热致变的液晶聚合物。

13. 如权利要求 1 所述的纤维,其特征在于所述纤维包括聚丙烯。

14. 如权利要求 1 所述的纤维,其特征在于所述纤维包括聚乙烯醇。

15. 如权利要求 1 所述的纤维,其特征在于所述纤维本体包括由粘合剂或树脂粘合在一起的较小的原纤维单元。

16. 如权利要求 1 所述的纤维,其特征在于所述纤维由金属制成和在每根纤维的横截面外形尺寸中有不小于一次调整和不大于 30 次调整。

17. 如权利要求 1 所述的纤维,其特征在于所述纤维包括从一组材料选择的聚合物,该组材料包括聚乙烯醇、聚乙烯、聚丙烯、聚甲醛、聚酰胺和热致变的液晶聚合物;所述纤维在每根纤维的横截面外形尺寸中有不小于 2 次调整和不大于 18 次调整。

18. 如权利要求 1 所述的纤维,其特征在于所述纤维包括至少 2 组不同的个别纤维,其特征在于第 1 组纤维包括如权利要求 1 所述的双锥形纤维,和第 2 组纤维有与所述第 1 组纤维不同的纤维本体几何形状或本体尺寸。

19. 如权利要求 18 所述的纤维,其特征在于所述第 2 组纤维不包含双锥形本体。

20. 如权利要求 18 所述的纤维,其特征在于所述第 2 组纤维包括双锥形的本体但与所述第 1 组纤维比较时按照调整的距离或胀大有不同的锥形尺寸。

21. 如权利要求 1 所述的纤维,其特征在于所述纤维的本体是弯曲的。

22. 如权利要求 1 所述的纤维,其特征在于所述纤维的本体是卷曲的。

23. 如权利要求 12 或 17 所述的纤维,其特征在于所述聚乙烯是低密度聚乙烯、高密度聚乙烯或超高分子量聚乙烯。

24. 包含如权利要求 1 所述纤维的基质材料。

双锥形加强纤维

技术领域

[0001] 本发明涉及用于结构加强基质材料如混凝土的纤维,和特别是涉及沿着它们的长度有基本均匀横截面积同时有 2 个变化的锥形尺寸的非应力断裂、非可原纤化的短纤维,该纤维优选地在 2 个锥形尺寸周期地调整。

背景技术

[0002] 灰浆和混凝土是包括能水合的水泥粘合剂的脆性材料,而在灰浆中,细的粒料是砂,在混凝土中粗的粒料是粉碎的砾石或小石子。如果由灰浆或混凝土制成的结构经受超过它最大拉伸强度的应力,那么裂缝就可能产生并且在那个结构中扩展。

[0003] 结构抵抗裂缝产生的能力被理解为是根据它的“强度”,强度与该结构没有裂缝可承受的最大负荷成正比。这是通过评定产生裂缝所需的最小应力负荷(如“临界应力强度系数”)来测量。

[0004] 另一方面,描述结构抵抗原有裂缝扩展(或扩大)的能力是“断裂韧性”。通过在开口裂缝处同步测量纤维加强混凝土(FRC)梁样品变形或“弯曲”所需的负荷,还有通过测量弯曲的程度来测定这样的特性。因此,断裂韧性是由在负荷弯曲曲线下的面积(由画图负荷对 FRC 样品弯曲产生)除以它的横截面积测定。

[0005] 在美国专利 US6,197,423、US6,503,625、US6,265,056、US6,592,790、US6,596,210、和 US6,773,646 中已知和讨论了设计用于提高强度和断裂韧性两项特性的加强纤维,这些专利由共同的专利转让人拥有。在这些专利中,Rieder 等人公开了有聚合物材料不规则和随机的位移、应力断裂、和微观升高的脊的“微构造”聚合物纤维。

[0006] 接着,在也是它的共同转让人拥有的美国专利 US6,529,525、US6,569,526、US6,758,897,和 US6,863,969 中,Rieder 等人公开了有改进的强度和断裂韧性但保持可分散性的聚合物纤维。通过挤压和切开平的聚丙烯膜,和使用极高的拉伸率拉长切开的纤维,Rieder 等人获得有高至 20 千兆帕(Gigapascal)模量的纤维。通过避免上述微构造整平技术的应力断裂,可以保存该纤维的结构完整性。

[0007] 在混凝土中提供高强度和断裂韧性的切开的聚丙烯加强纤维,从 Cambridge,马萨诸塞州(MA)的 Grace Construction Products 公司商业上有售,商标名为“**STRUX[®]**”。

[0008] 本发明的目的之一是采用有模量至少 5 千兆帕,和更优选地是至少 20 千兆帕和更大的纤维,用于提高纤维加强基质材料抵抗裂缝产生的能力。

[0009] 另一个目的是提供能提高基质材料的断裂韧性,它的抵抗现有裂缝弯曲或变宽的能力,的纤维。换句话说,本发明现在必须考虑怎样最佳地控制高模量纤维材料的拉出阻力。相对纤维横跨基质材料中裂缝或开口的情况必须要考虑这种特性。

[0010] 在美国专利 4,297,414 号中 Matsumoto 公开了有凸出的聚乙烯纤维。通过在 2.16kg 负荷和 190℃下混合有熔体指数不大于 0.01 的聚乙烯和有熔体指数大于 0.01 的聚乙烯,从而获得有熔体指数 0.01 到 10 的混合物,制成这些纤维。在这样的条件下挤压这种混合物以便产生凹凸不平的表面,接着拉伸它们以便形成表面的凸出。为了在拉伸处

理之后获得这种极度的熔体破裂，“使挤压产品的凸度和凹度极可能的尖锐和深”（栏 3，II. 35-39 页）是很重要的。尽管毫无疑问把纤维拉出混凝土将更加困难，本发明人相信这些造成麻烦的凸出和凹进形成潜在的断裂点或易产生事故的部位，对某些用途它可能导致纤维过早地断裂和降低加强功能的效率。

[0011] 在钢纤维产品设计中一个考虑早已经是增加纤维“拉出”阻力，因为这增加了纤维战胜裂缝扩展的能力。在这方面，Marsden 的美国专利 3,953,953 号公开了有“J”型终端抵抗从混凝土拉出的纤维。但是，这样的组织结构可能造成缠结问题和使纤维很难处理和均匀地被分散到湿的混凝土混合物中。还有，本发明人相信 J- 型终端导致在由“J”型折叠造成的应力点处过早地断裂。在栏 1 行 54-56 处 Marsden 指出，建议他的纤维的末端部分横截面大于该丝或纤维体身最小的横截面，他优选他的纤维的末端部分在纵向和横向平的截面两者都较大（例如请见栏 1，行 54-56）。

[0012] 在 Kajima 的日本专利申请 JP06263512A2 号中提出相同的大终端方法，他公开的加强短纤维是从两端朝纤维的中心部分逐渐变细。Kajima 纤维的几何形状类似于将 2 个细长的锥体在它们的尖端连在一起，设计意图是允许纤维上的拉伸应力被分散到混凝土或合成基质中，从而使短纤维互相压缩和约束，抵抗基质中的裂缝开口。Kajima 打算将纤维上负荷分布到基质从而使负荷不是集中在一点，通过将力分布到整个基质因而防止在基质中裂缝的扩展。

[0013] 本发明人相信先有技术的纤维，如 Marsden 和 Kajima 公开的那些，损失了加强效率，因为这样的纤维将倾向于在窄的中间段断裂。换句话说，细的腰或最小的直径将限定各根纤维的最大负荷承载能力。

[0014] 接着，在这样纤维的较大末端，当周围基质裂缝开口时通过纤维末端的径向压缩在圆周直径中的多余的材料提供该纤维的固定作用。但是，在两端这种多余的纤维材料对该纤维的最大负荷承载能力没有贡献，这是由于设计断裂发生在最小直径处。

[0015] 因此纤维的加强性能不是与纤维中所用的材料量成比例。

[0016] Kajima 的锥形纤维还会很难制造。Kajima 并没有描述人们怎样去制造双锥形的形状，或者怎样可以在高速连续的基础上制造这样锥形的几何形状。尽管可以推测通过金属或聚合物材料在模型中铸造可以制成变细的锥形，但是这样的方法对加强混凝土这样大量的应用是否可以实践是有疑问的。假如 Kajima 的纤维可通过改变挤压条件，如使模具孔变窄或拉伸挤压出来的聚合物材料以便减小圆直径的方法制造，那么可能发生 Matsumoto 所寻求的表面断裂，这将挫败 Kajima 的目的，即沿着纤维的本身分配力的目的。

[0017] 已知“卷曲”聚合物纤维用于增加从混凝土和其他基质材料中拉出的阻力。例如，在 Bantia 等人的美国专利 5,981,630 号中公开一种正弦形纤维并说明波形有分布的振幅。卷曲纤维的一个问题是，如 Dill 的美国专利 5,985,449 号指出的那样（特制丝），很难避免在混凝土中纤维的成球（如聚集）。Dill 因此提出成束技术使纤维互相对齐以便使自我纠缠减至最小。

[0018] 除了分散困难之外，相信卷曲对提高纤维的拉出阻力不能提供完全满意的解决办法。这是因为裂缝并不总是发生在给定纤维的纵向中间段。结果是卷曲纤维可以用某些“蛇样”的方式被拉出混凝土或其他基质。

[0019] 需要一种新的改良的锥形纤维，它避免了上述的缺点，和可以方便地和经济地制

造它以便获得很高的加强效率以及可控的拉出阻力。

发明内容

[0020] 为了避免先有技术的缺陷,本发明提供基本上无应力断裂、非可原纤化的短的加强纤维,一方面它有沿着它们的长度基本均匀的横截面积;另一方面它有沿着它们的长度至少 2 个锥形的尺寸用于抵抗从混凝土或其他基质材料中拉出。

[0021] 通过沿着纤维长度有基本均匀的横截面积,通过避免由机械整平产生的应力断裂,和通过避免由熔体破裂挤压造成的表面不规则形状如凸出和凹进,实现了纤维最大的负荷承载能力和可控的拉出阻力。

[0022] 示范的双锥形纤维优选地有 5-100mm 长度,和更优选地每根纤维 10-60mm;根据长度对等价直径的纵横比为 10-500,更优选地在 25-100 范围内;弹性模量在 5-250 千兆帕范围内,和更优选地在 20-100 千兆帕范围内;拉伸强度为 400-2,500 兆帕;和负荷承载能力为 50-5,000 牛顿/每根纤维。

[0023] 当在基质材料如混凝土中采用它时,纤维理想地提供固定和拉出之间的平衡,当它横跨在基质材料中产生的裂缝时。在有裂缝的混凝土的情况下,优选地设计纤维使得横跨裂缝的纤维的一半被移动拉出混凝土而横跨裂缝的纤维的另一半应在这一点整个断裂,在这一点混凝土结构在裂缝处被完全拉离。这样吸收最大的能量,从有裂缝的混凝土开始变形的时刻开始,直到混凝土灾难性的断裂发生。

[0024] 短语“基本均匀的横截面积”意味着纤维本身的截面积变化沿着主轴 Z 应该不超过 10%,和更优选地不大于 5%,轴 Z 由纤维本体的体身或细长部分定义。本发明人相信均匀的横截面积使纤维具有可能的最大加强效率(不象在背景技术中叙述的 Marsden 和 Kajima 的细腰的中间段)。本发明的纤维是短的,它们的长度为 5-100mm,更优选地为 10-60mm 长度,和它们优选地有根据长度对等价直径的纵横比为 10-500。

[0025] 词组“2 个锥形尺寸”指的是和描述在纤维给定的长度内 2 个不同的锥形特征。如果短的双锥形纤维的体身或体身定义纵向的主轴 Z,那么定义小轴 X 和 Y 是垂直于 Z 并互相垂直,和纤维在小轴 X 和 Y 方向上横截面外形逐渐增加或减小,而沿着主轴 Z 从点到点横截面积基本保持均匀。优选地沿着轴 Z 使纤维是直的。由于纤维在加工和切割时可能产生纤维的某些弯曲,预计它们没有达到降低性能的程度,因此对纤维来说有可能被弯曲、成曲线、扭弯、或甚至卷曲(和为了定义的目的这里将把 Z 轴看成有这样的几何形状),但是再次强调优选地是使纤维本体或体身尽可能的直。

[0026] 因此,本发明的示范纤维包括有 2 个相反端的纤维本体,在两端之间定义中间的细长本体(或体身)部分,当混合在基质材料中,如水泥的复合材料、混凝土、喷浆混凝土、灰浆、沥青混合料、或合成聚合物时该部分基本上是无应力断裂和基本上非可原纤化的,本体部分定义纵向主轴 Z 和包括 (A) 沿着定义纵向主轴 Z 的细长本体部分的长度基本均匀的横截面积,它的偏差不大于 10%,和更优选地不大于 5%;和 (B) 横截面外形有 2 个用于拉出阻力的锥形尺寸,在垂直于 Z 轴的第 1 横向小轴 X 上产生第 1 锥形尺寸,在垂直于 X 和 Z 轴两者的第 2 横向小轴 Y 上产生第 2 锥形尺寸;第 1 和第 2 锥形尺寸有相反的锥形特征,其中当沿着 Z 轴从点移动到点时,(i) 当第 2 锥形尺寸沿着 Y 轴减小时第 1 锥形尺寸沿着 X 轴增加,(ii) 当第 2 锥形尺寸沿着 Y 轴增加时第 1 锥形尺寸沿着 X 轴减小,和/或 (iii) 这

里存在在 (i) 和 (ii) 中描述的上述两种锥形特征。

[0027] 纤维可以有許多横截面的外形, 包括但不局限于圆形、椭圆形、正方形、三角形、或长方形、其他的四边形、和多边形, 和在任何这样形状之间可以调整的形状。在有第一 X/Y 比 (沿 X 小轴的测量值除以沿 Y 小轴的测量值) 的第 1 形状和与第 1 形状不同的第二 X/Y 比的第 2 形状之间可以调整该外形。优选地, 纤维的外形在第一和第二 X/Y 比之间至少调整一次, 和更优选地调整 2 到 15 次。取决于纤维和基质材料的特性可能有高至 30 次的调整。

[0028] 本发明也适合各种基质材料, 包括能水合的包含纤维的各种水泥材料, 以及制作纤维的方法。

[0029] 下面将详细描述本发明进一步的优点和特性。

附图说明

[0030] 通过与附图一起考察下面所写的对优选实施例的描述可能会更加容易理解本发明的各种优点和好处, 附图有:

[0031] 图 1A 是说明沿着 Y 轴 (它垂直于表示的 X 和 Z 轴) 观察的本发明示范短纤维, 其中表在第 1 位置 Z_1 和第 2 位置 Z_2 之间的第 1 锥形特征;

[0032] 图 1B 是说明沿着 X 轴 (它垂直于表示的 Y 和 Z 轴) 观察的图 1A 的纤维, 其中表示在第 1 位置 Z_1 和第 2 位置 Z_2 之间的第 2 锥形特征;

[0033] 图 1C 是说明在图 1A 和 1B 中表示的纤维的图像, 其中表示在第 1 位置 Z_1 和第 2 位置 Z_2 处横截面积的重叠;

[0034] 图 2A 是说明沿着 Y 轴 (它垂直于表示的 X 和 Z 轴) 观察的本发明另一个示范纤维的图像, 其中表示第 1 锥形特征;

[0035] 图 2B 是另一个说明沿着 X 轴 (它垂直于表示的 Y 和 Z 轴) 观察的图 2A 的纤维的图像, 其中表示第 2 锥形特征;

[0036] 图 3A 是说明沿着 Y 轴 (它垂直于表示的 X 和 Z 轴) 观察的本发明另一个示范纤维的图像, 其中表示第 1 锥形特征;

[0037] 图 3B 是另一个说明沿着 X 轴 (它垂直于表示的 Y 和 Z 轴) 观察的图 3A 的纤维的图像, 其中表示第 2 锥形特征;

[0038] 图 4 是说明本发明制作纤维的示范性方法的示意图; 和

[0039] 图 5 是说明在相对滚轮之间纤维材料的定形, 滚轮在它们的圆周表面上有波浪形用于在纤维上给出逐渐变细或双锥形的特征。

具体实施方式

[0040] 如上面摘要中叙述的那样, 本发明的纤维基本上是无应力断裂和基本上非可原纤维化的。例如在 Rieder 等人的美国专利 6, 569, 526 号中定义了这两项纤维特征, 该专利也是由它的公共转让人拥有。

[0041] 用“无应力断裂”, 本发明者意思是和指的是各个纤维本体它们基本上没有内部和外部的应力断裂, 如可通过研磨方法、机械展平方法比较如 Rieder 等人的美国专利 6, 197, 423 号), 或通过压迫纤维表面的挤压方法 (见, 如 Matsumoto 的美国专利 4, 297, 414

号)可以生产。这里总的企图是保持各个纤维本体的整体性,不仅是按照结构纤维的整体性,而且也是接触圆周基质材料的整个表面面积的整体性和一致性,从而使制造者从一次纤维批生产到下一次中可以更加仔细地控制拉出阻力的性能。

[0042] 用“非可原纤化”,本发明者意思是和指的是各个纤维本体在机械地混合在和搅拌在基质复合物中到获得基本均匀地将纤维分散在混合物中所需的程度时,不会实质上减小成较小的纤维或原纤维单位。例如,当放入到基质材料如含有砂和石子粒料的混凝土中时,本发明的纤维在混合纤维所需的时间内(从而使它们均匀地分散在混凝土中)将不会减小成较小的原纤维体。

[0043] 使用术语“基本上”来修正词组“无应力断裂”和“非可原纤化”,因为在制造纤维或将纤维混合到混凝土中时,在微观水平有可能见到某些表面缺陷或细丝,特别是由合成聚合物挤压成纤维时。这样的微观现象是由于聚合物中的疵点或者是挤压方法和/或由于混合在含粒料的混凝土中纤维表面粗糙化造成的。在本发明人设想的意义上这样的微观事件不认为是应力断裂或原纤维化的现象。

[0044] 术语“基质材料”包括可以用纤维加强的范围很广的材料,包括粘合剂、沥青混合料、陶瓷、复合材料(如树脂)、塑料、如橡胶的弹性体、和由这些材料制成的结构。

[0045] 本发明优选的基质材料包括能水合的水泥混合物,如水泥浆、灰浆、已混合好的混凝土、预制混凝土、喷浆混凝土、薄浆、砂浆、石膏基混凝土(如墙板用的混合物)、石膏和/或波特兰水泥基的防火混合物、防水膜和涂层、和其他能水合的水泥混合物,它们可以用于干或湿的混合形式供给。

[0046] 本发明的纤维使用在能水合的湿的“水泥”、“灰浆”或“混凝土”的水泥浆部分中。这些全都有水泥浆,它是由水和能水合的水泥粘合剂(通常,但不是唯一,波特兰水泥、砌筑水泥、或灰浆水泥,和还可以包括石灰石、熟石灰、煤灰、成粒的高炉炉渣、火山灰、和硅土烟气或其他在这样水泥中常用的材料)组成的混合物。灰浆是水泥浆另外包括细的粒料,如砂。混凝土是灰浆另外包括粗的粒料,如小石子和粉碎的砾石。本发明的“水泥混合物”因此指的是和包括所有上述的材料。例如,水泥混合物可由混合所需量的某些材料,如能水合的水泥粘合剂、水、细和/或粗的粒料,如果需要,用这里描述的纤维,而构成。

[0047] 本发明示范性的纤维可以包括金属(如钢)或从一组材料中选择的一种或多种合成聚合物,该组材料包括,但不局限于,聚乙烯醇、聚乙烯(包括高密度聚乙烯、低密度聚乙烯、和超高分子量聚乙烯)、聚丙烯、聚甲醛、聚酰胺、和热致变的液晶聚合物。用复合材料如细丝束或用合适的树脂或无机粘合剂将原纤维粘合在一起形成的厚的“大纤维”单元也可以获得优选的几何形状。例如,各个纤维本体可以包括连续的细的碳或芳烃聚酰胺(普通称为**KEVLAR**[®]材料)或玻璃/陶瓷或超高分子量聚乙烯或甚至金属纤维丝,它们有很高的模量和强度由树脂如尼龙、环氧树脂、聚烯烃、和其他树脂粘合在一起,以便提供具有所需模量和强度的复合纤维。可以形成纤维的其他可能的材料包括金属(如钢、不锈钢)、无机物(如玻璃、陶瓷)。

[0048] 各图提供各种示范纤维的说明以便有利于本发明的理解。展示它们以便强调锥形的概念和不是按比例画的。纤维有2个相反的终端,在终端之间限定中间的主体或体身部分,该部分定义纵向和中心定位的主轴Z并与其一致。所以,如果纤维是弯曲的。成曲线的、或扭弯的,那么必须用手或用其他工具夹持使其物理上变直,从而可以按照本发明的目的

适当地观察纤维和在三维空间内研究它。垂直于主轴 Z 的一个横向小轴将被指定为轴 X (和这个轴通常对应于纤维宽度,或较宽的方向);和垂直于小轴 X 和纵向主轴 Z 两者的第 2 横向小轴将被指定为轴 Y (和这个轴通常对应于厚度方向,那里纤维有椭圆形矩形、或其他平的横截面形状或外形)。

[0049] 本发明打算它可以有多于 2 个的不同的锥形尺寸和至少 2 个锥形尺寸它们相互之间不需要一定成 90° 角。因此,可以有一个锥形尺寸,它相对第 2 锥形尺寸,例如,成 45° 角。但是,对本发明设想的小纤维来说,相信对至少 2 个锥形尺寸有近似的 90 角(垂直)是最方便的。

[0050] 如在图 1A 中所示,当从垂直于横向小轴 X 和纵向主轴 Z 的横向小轴 Y 观察时本发明的示范的短的双锥形纤维 10 有第 1 锥形性能和特征。主轴 Z 是由纤维 10 在指定为第 1 位置 Z₁ 的一端和指定为第 2 位置 Z₂ 的另一端之间的细长主体部分(或本身)所定义并与其一致。当眼睛从图的左边移到右边时,看到第 1 锥形性能是,沿着纤维 10 的长度从 Z₁ 到 Z₂ 宽度逐渐变窄。

[0051] 图 1B 说明当围绕它的纵向主轴 Z 转动 90° 度时在图 1A 中表示的示范的双锥形纤维的第 2 锥形性能或特征。如在图 1B 中所示,沿着垂直于横向小轴 Y 和纵向主轴 Z 的横向小轴 X 观察纤维。当眼睛从图的左边移动到右边时,看到的第 2 锥形性能是,沿着纤维 10 的长度从 Z₁ 到 Z₂ 逐渐变厚。

[0052] 图 1C 是当沿着纵向主轴 Z 观察时,图 1 和 2 所示的示范双锥形纤维 10 在第 1 位置 Z₁ 和第 2 位置 Z₂ 所取的横向截面外形的复合说明。图 1C 的水平方向指定为小横轴 X,而图 1C 的垂直方向指定为小横轴 Y。因此,将示范的双锥形纤维 10 在 Z₁ 和 Z₂ 的横截面外形表示为重叠的复合说明。沿着小 X 轴定位的和指定为 ΔX_L (位于 Y 轴的左边) 和 ΔX_R (位于 Y 轴的右边) 的阴影部分代表纤维 10 从第 1 位置 Z₂ 开始朝第 2 位置 Z₁ 前进时发生的横截面积的变化。沿着小 Y 轴定位的和指定为 ΔY_T (位于 X 轴之上) 和 ΔY_B (位于 X 轴之下) 的阴影部分代表纤维在第 1 纤维位置 Z₁ 和第 2 纤维位置 Z₂ 之间发生的横截面积的变化。 ΔX_L 和 ΔX_R 总和之差不应大于 10%, 和更优选地不大于 5%, ΔY_T 和 ΔY_B 总和也是一样,本发明的一个目的是获得沿着纵轴 Z 有基本均匀横截面积的纤维。

[0053] 在本发明别的优选实施例中,锥形的量可按照如下关系式确定:

$$[0054] \quad \Delta R / \Delta L \propto (\sigma \cdot A) / (\epsilon \cdot n \cdot L_f)$$

[0055] 式中“ ΔR ”代表在 Z₁ 处比 R 和在 Z₂ 处比 R 之间的变化 (R = 宽度 / 厚度);“ ΔL ”代表一个调整沿着轴 Z 的长度(如在图 1A 和 2A 中在 Z₁ 和 Z₂ 之间的距离);“ σ ”代表纤维拉伸强度;“A”代表纤维横截面积;“ ϵ ”代表纤维压缩模量;“n”代表每根纤维长度调整的次数;和“L_f”代表各个纤维从终端到终端的总长度。

[0056] 纤维材料越软,在外形尺寸中锥形或幅度就越大,如沿着横轴 X 和 Y。

[0057] 在图 2A 中表示本发明另一个示范性双锥形纤维 10。在沿着横向小轴 Y 观察纤维 10 时,从图的左边到右边,在第 1 纤维位置 Z₁ 和第 2 纤维位置 Z₂ 之间它是逐渐变宽,而在第 2 纤维位置 Z₂ 和第 3 纤维位置之间宽度又逐渐变窄。在图 2B 中沿着横向小轴 X 表示相同的纤维 10。在第 1 位置 Z₁ 和第 2 位置 Z₂ 之间它有相应逐渐减小的厚度和在第 2 位置 Z₂ 和第 3 位置 Z₃ 之间它有相应的逐渐增加的厚度。当沿着主轴 Z 的方向观察时,在 Z₁、Z₂ 和 Z₃ 处所取的横截面外形的复合说明图可以类似于在图 1C 中表示的外形复合重叠的说明图。

尽管在 Z_1 和 Z_3 处所使用的横截面外形可以是不同的,但这不是优选的。

[0058] 在图 2A 和 2B 中表示的双锥形纤维 10 可以说有两次调整(即从 Z_1 到 Z_2 和从 Z_2 到 Z_3)。在 Z_1 和 Z_2 处横截面外形或形状是相同的,从 Z_1 到 Z_2 的距离和从 Z_2 到 Z_3 的距离近似相等是优选的,从而说纤维 10 有两次调整或一次完整的调整周期或调整循环。

[0059] 在图 3A 和 3B 中表示本发明别的示范性双锥形纤维 10。沿着横向小轴 Y 在图 3A 中观察纤维 10,它从 Z_1 到 Z_2 和从 Z_3 到 Z_4 逐渐变宽而从 Z_2 到 Z_3 和 Z_4 到 Z_5 宽度逐渐变窄。当在图 3B 中沿着横向小轴 X 观察时,纤维 10 从 Z_1 到 Z_2 和从 Z_3 到 Z_4 有对应的厚度的逐渐减小和从 Z_2 到 Z_3 和从 Z_4 到 Z_5 厚度的逐渐增加。优选地, Z_2 和 Z_4 的横截面外形是相同的,同时 Z_1 、 Z_3 和 Z_5 的横截面外形是相同的,和在 Z_1 、 Z_2 、 Z_3 、 Z_4 和 Z_5 之间的距离是相同的从而可以说在图 3A 中表示的示范性纤维 10 有 4 次调整或两次完整的调整周期或调整循环。

[0060] 尽管图 1A-1B, 2A-2B, 和 3A-3B 表示的各示范性纤维其纤维终端与最极端的横截面外形尺寸相一致(即沿着 X 轴或 Y 轴最大或最小的尺寸),但这仅是为了说明的目的,因为本发明人不相信纤维长度切割如此精确难以与最大宽度部分(X 轴)或最细部分(Y 轴)相一致是必要的。情况就将是这样,特别是各个纤维本体有 2 个或多个调整(或调整循环)时。

[0061] 因此,示范性纤维可以有至少 2 次调整,其中纤维的横截面外形在宽度上增加和减小对应于在厚度上减小和增加。别的示范性纤维可以有至少 4 次调整,其中纤维的横截面外形在宽度上 2 次增加和 2 次减小分别对应于厚度上 2 次减小和 2 次增加。

[0062] 由于该纤维的独特几何形状,通过沿着轴 Z 切断任何两点都可获得单根纤维。理论上。在单根纤维中没有所需要最小(或甚至是分数)或最大的调整次数,只要在纤维的 Z 轴上参考点的两侧宽度/厚度比(X/Y)是不同的就行。优选的纤维将有至少一次调整和优选地对每根纤维不大于 30 次调整。因此,如果在周围基质材料裂缝出现开口,在处理基质材料时所用的该批纤维中很多纤维将有机会抵抗裂缝的开口,并与裂缝是否存在于各根纤维的中间或靠近它的终端无关。

[0063] 图 4 是说明本发明制作纤维 10 的示范性方法的图。在合成聚合物纤维的情况下,将聚合物材料挤压通过模 20 或其他挤压装置,优选地是以单丝 8 或片的形式,如运行通过水槽或在冷却的辊之间通过,在 24 进行冷却。如果聚合物是以片的形式,然后在这个冷却阶段之后应将其切成单个的纤维。接着使各个纤维线定向(或拉伸)在纵向以便增加弹性(杨氏)模量。可选择地,通过在相对辊 26 之间拉伸聚合物,通过热软化区 27(使用烘箱、热空气鼓风机、或其他加热装置)和接着通过另一组或多组以更快速度转动(如 5-10 倍和更优选地 5-25 倍快于辊 26)的相对辊,也可以做到这一点。在可选的定向/拉伸阶段之后,聚合物纤维 8 通过在外圆周表面有周期波形的相对辊 30 之间聚合物的拉伸使聚合物变形和至少在一个尺寸中产生锥形特征而被定形使之有调整的外形。本发明人相信用一组辊(如指定为 30 的辊)在纤维材料的 2 个尺寸中(轴 X 和轴 Y 2 个方向)诱导出锥形的调整是可能的。可选择地,可以采用有圆周表面波形的第 2 对辊 32。虽然通过外圆周表面有周期波形的 2 个相对辊是优选的,但是从仅有一个辊有周期的波形而另一个辊是圆的圆周也可以获得所需的结果。另一种是,2 个辊可以是有合适直径的圆的圆周而它们中一个可以用可控的幅值和频率在垂直于纤维轴线的方向上振动和另一个是固定的。

[0064] 图 5 是在相对辊 30 之间定形纤维材料 8 的说明图,辊在它们的圆周表面上有波形

31 用于将调整的锥形效应传给纤维 10。(可以采用有相同或类似波形的另一组辊作为在图 4 中表示的成垂直角度的辊 32。)如在图 5 中所示,每英寸(或 cm)波形 31 的数目、波形弯曲的量、在辊 30 表面之间的间隙、纤维的温度(如果聚合物在可选的定向/拉伸阶段没有加热,那么希望将温度提高到室温之上一些)全部在熟练工人的控制之中以便获得所需的逐渐变细的锥形。

[0065] 还有,仅使用一组相对辊可以获得上述双锥形效应,例如,其中主要在一个横轴方向(如 X 轴)获得聚合物的平移。例如,使用辊 30 的波形 31 控制厚度的锥形(在 Y 轴方向)而聚合物平移提供宽度方向的锥形(在 X 轴方向)。可选择地,可以使用如在图 4 中所示的另一组相对辊 32,这时将它们的转动轴垂直地对齐辊 30 的转动轴以便在垂直相对辊 32 的尺寸中获得精确的锥形特征。在这个另一组相对辊 32 圆周表面上的波形的曲率可略为不同于第 1 组相对辊 30 的波形曲率,以便沿着纤维本体的长度保持基本均匀的横截面积。

[0066] 优选地,在一组相对辊中所用的每个辊有围绕它们圆周表面平均间隔的波形,和在辊的给定组中每个辊都是机械地连接,如通过齿轮,从而使它们以相同的速度转动和在转动时每个辊的波形与相对辊的波形相一致。

[0067] 本发明示范性的方法因而包括在圆周表面有匹配的以同一方式在所述相对辊的每 1 个辊上周期重复的波形的相对辊之间压缩金属或聚合物的纤维,从而在垂直于纤维纵向主轴的 2 个横向尺寸的每一个中产生纤维材料的锥形。

[0068] 在本发明制作纤维的别的示范性方法中包括挤压聚合材料以便形成单丝纤维体,可选择地拉伸该聚合物以便使材料定向,使用第 1 组相对辊使纤维材料定形,辊有适合将锥形效应压在纤维上的圆周形波形。可以操作相对的辊以便在 2 个横向尺寸中的每一个中产生锥形效应,这 2 个横向尺寸互相垂直(或至少 45 度分离)并垂直于纤维的纵向主轴。如果不是,那么另外可以使用第 2 组相对的辊,将它们布置成它们的转轴垂直于所述第 1 组相对辊的转轴,以便获得在第 2 尺寸中的锥形效应。应该这样设计各辊和辊组的转动和间隔,使纤维的横截面积沿着纤维的长度基本上保持恒定(即 $\pm 10\%$ 或更小的变化)。

[0069] 在本发明的各示范性实施例中,纤维可以包括 2 个不同组的各个纤维,其中第 1 组纤维包括上述的双锥形纤维,和第 2 组纤维包括有不同的纤维体几何形状或本体尺寸的纤维体。例如,第 2 组纤维可以不包括双锥形纤维,但是另外可以有不同的几何形状,例如平带形(四边形)、圆形、椭圆形、矩形、或其他横截面外形。第 2 组纤维也可以是双锥形的但在与第 1 组纤维比较时按照调整的距离(如在 Z_1 和 Z_2 之间)或胀大(在宽度或厚度中的变化)有不同的锥形尺寸。

[0070] 还有,本发明的纤维,尽管有细长的本体(或体身部分),但不一定必须是直的,由于在制造或包装过程中可能很自然地会产生某些弯曲、成曲线、扭曲或卷曲。

[0071] 本发明不局限于上述各例子和说明,提供的这些例子和说明仅是为了说明的目的。

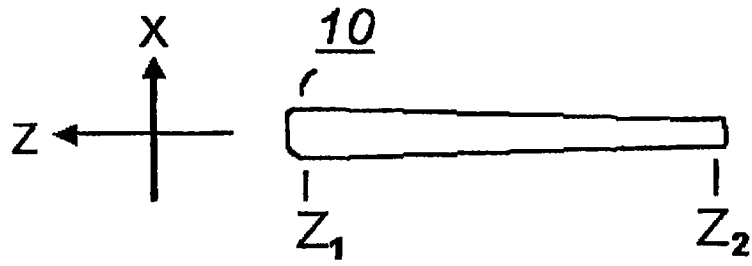


图 1A

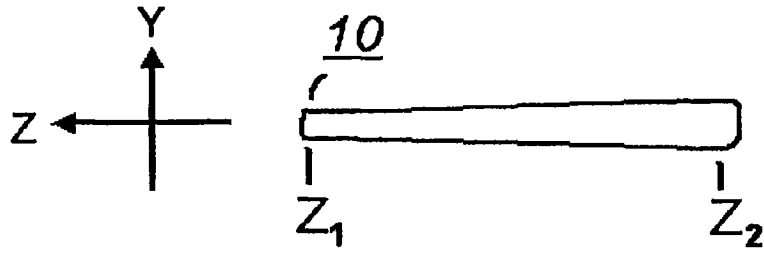


图 1B

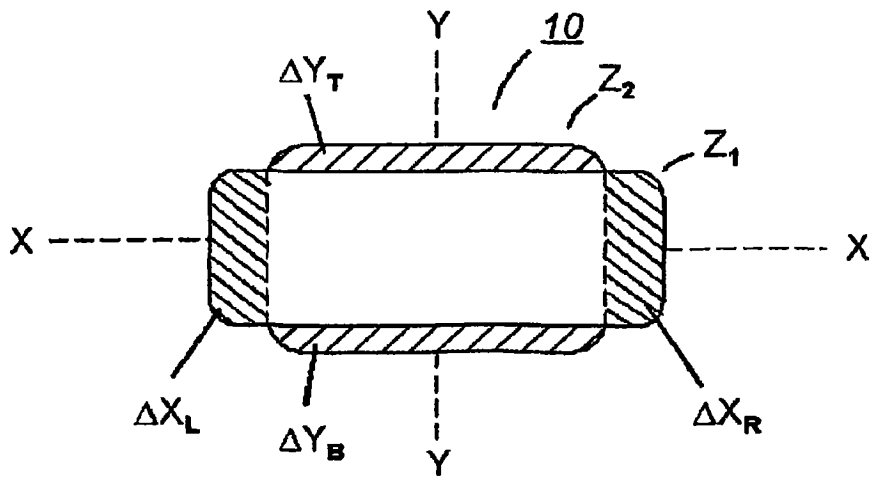


图 1C

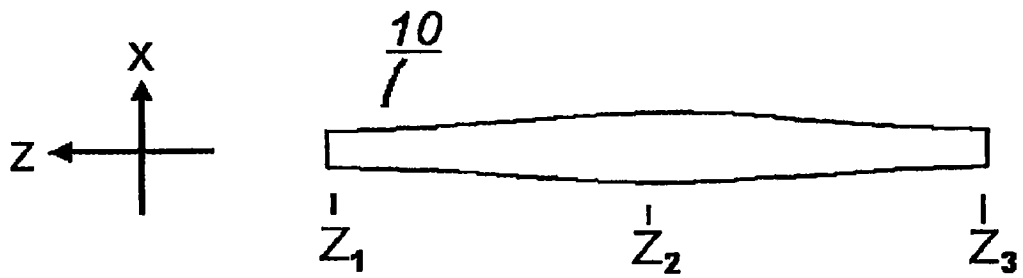


图 2A

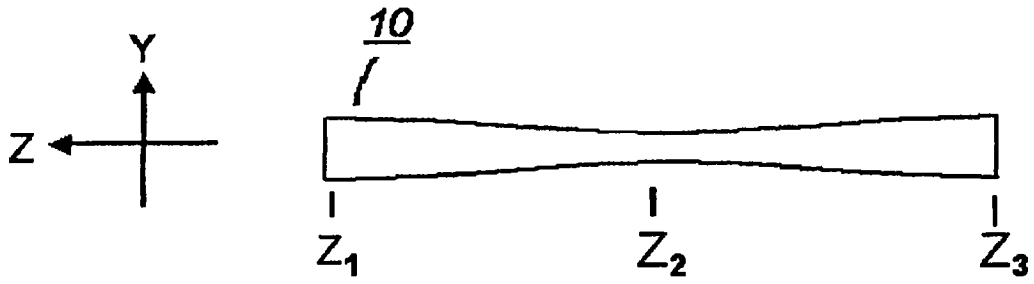


图 2B

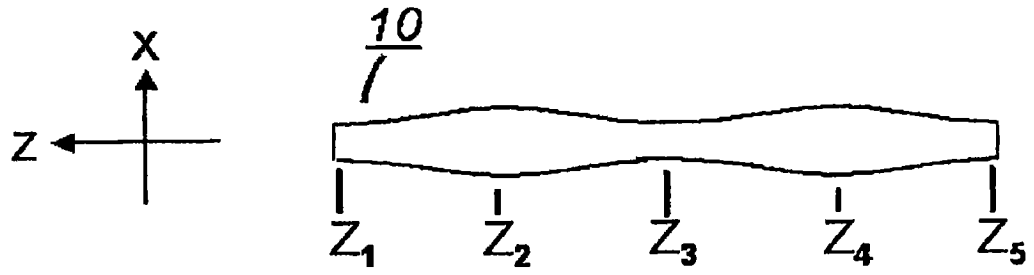


图 3A

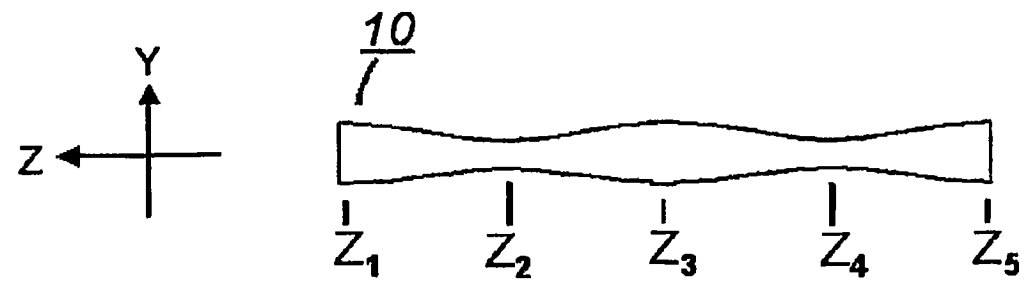


图 3B

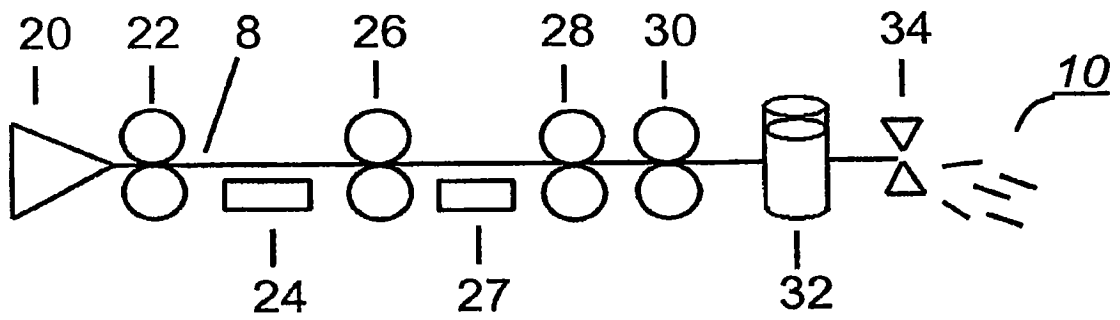


图 4

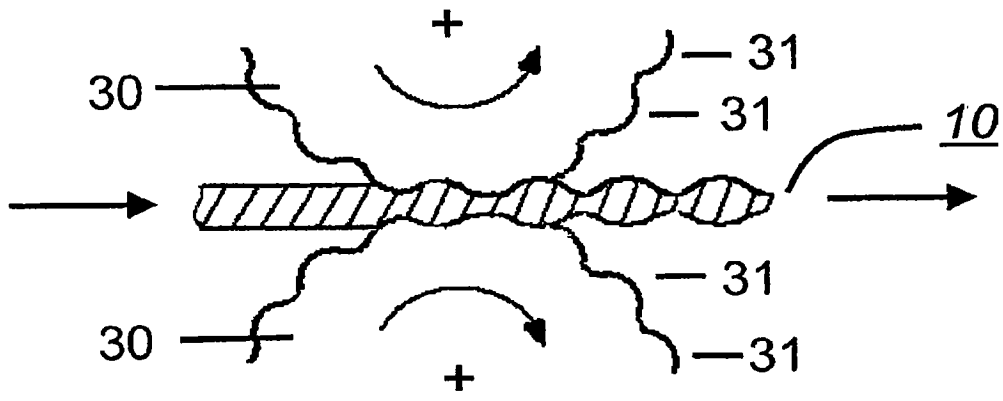


图 5