



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103764885 B

(45) 授权公告日 2015. 11. 25

(21) 申请号 201280041380. 2

(22) 申请日 2012. 06. 18

(30) 优先权数据

13/224837 2011. 09. 02 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2014. 02. 25

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2012/042891 2012. 06. 18

(87) PCT国际申请的公布数据

W02013/032563 EN 2013. 03. 07

(73) 专利权人 纳幕尔杜邦公司

地址 美国特拉华州威尔明顿

(72) 发明人 R. 朱

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 邹雪梅 李炳爱

(51) Int. Cl.

D03D 15/00(2006. 01)

D03D 15/12(2006. 01)

D03D 13/00(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101410562 A, 2009. 04. 15,

CN 101600366 A, 2009. 12. 09,

CN 101798718 A, 2010. 08. 11,

CN 1050059 A, 1991. 03. 20,

CN 1320179 A, 2001. 10. 31,

CN 1870915 A, 2006. 11. 29,

CN 1934304 A, 2007. 03. 21,

EP 1396572 B1, 2006. 05. 03,

JP 2011-038224 A, 2011. 02. 24,

审查员 盖芸瑚

权利要求书2页 说明书9页

(54) 发明名称

热防护服制品

(57) 摘要

本发明涉及热防护服制品,其具有用经面或纬面斜纹编织机编织而成的织物,所述织物将以下纱线结合在一起:形成大部分制品外表面的第一纱线,其包含亲水性纤维和第一阻燃纤维,其中至少 25 重量%的该第一纱线为亲水性纤维;以及形成大部分制品内表面的第二纱线,其包含至少 80 重量%的疏水性的第二阻燃纤维。作为另外一种选择,形成大部分制品外表面的第一纱线可包含亲水性第一阻燃纤维。

1. 热防护服制品, 包含具有与纬纱相异的经纱的机织物, 所述织物形成所述制品的内表面和外表面; 所述织物还具有经面或纬面斜纹组织, 其中:

a) 所述制品的大部分外表面为第一纱线, 其为所述织物中的经纱, 并且所述制品的大部分内表面为第二纱线, 其为所述织物中的纬纱, 或者

b) 所述制品的大部分外表面为第一纱线, 其为所述织物中的纬纱, 并且所述制品的大部分内表面为第二纱线, 其为所述织物中的经纱; 并且

其中形成所述制品的大部分外表面的所述第一纱线包含亲水性纤维和第一阻燃纤维, 其中至少 25 重量%的所述纱线为亲水性纤维; 并且其中形成所述制品的大部分内表面的所述第二纱线包含至少 80 重量%的疏水性的第二阻燃纤维。

2. 根据权利要求 1 所述的制品, 其中所述经面斜纹组织为 1/2、2/1、1/3 或 3/1 斜纹组织。

3. 根据权利要求 1 所述的制品, 其中所述亲水性纤维为纤维素纤维、毛纤维、或它们的混合物。

4. 根据权利要求 3 所述的制品, 其中所述纤维素纤维为粘胶纤维、棉纤维、莱赛尔纤维、或它们的混合物。

5. 根据权利要求 3 所述的制品, 其中所述纤维素纤维提供有阻燃剂。

6. 根据权利要求 1 所述的制品, 其中所述第一阻燃纤维或第二阻燃纤维为变性聚丙烯腈纤维、芳族聚酰胺纤维、聚芳唑纤维、聚砜纤维、或它们的混合物。

7. 根据权利要求 1 所述的制品, 其中所述第一纱线或第二纱线中的任一者或二者包含变性聚丙烯腈纤维与纤维素纤维的共混物。

8. 根据权利要求 1 所述的制品, 其中所述第一纱线或第二纱线中的任一者或二者包含阻燃人造丝与芳族聚酰胺纤维的共混物。

9. 根据权利要求 1 所述的制品, 其中:

i) 形成大部分外表面的所述第一纱线包含 40% 莱赛尔纤维、50% 变性聚丙烯腈纤维和 10% 对位芳族聚酰胺纤维; 并且

ii) 形成大部分内表面的所述第二纱线包含 100% 间位芳族聚酰胺纤维。

10. 根据权利要求 1 所述的制品, 其中:

i) 形成大部分外表面的所述第一纱线包含 50% 阻燃人造丝纤维、30% 间位芳族聚酰胺纤维和 20% 尼龙纤维; 并且

ii) 形成大部分内表面的所述第二纱线包含 100% 间位芳族聚酰胺纤维。

11. 根据权利要求 3 所述的制品, 其中所述纤维素纤维为人造丝纤维。

12. 热防护服制品, 包含具有与纬纱相异的经纱的机织物, 所述织物形成所述制品的内表面和外表面; 所述织物还具有经面或纬面斜纹组织, 其中:

a) 所述制品的大部分外表面为第一纱线, 其为所述织物中的经纱, 并且所述制品的大部分内表面为第二纱线, 其为所述织物中的纬纱, 或者

b) 所述制品的大部分外表面为第一纱线, 其为所述织物中的纬纱, 并且所述制品的大部分内表面为第二纱线, 其为所述织物中的经纱; 并且

其中形成所述制品的大部分外表面的所述第一纱线包含至少 25 重量%的亲水性第一阻燃纤维; 并且

其中形成所述制品的大部分内表面的所述第二纱线包含至少 80 重量%的疏水性的第二阻燃纤维。

13. 根据权利要求 12 所述的制品,其中所述亲水性第一阻燃纤维为聚二唑纤维。

14. 根据权利要求 12 所述的制品,其中所述第一纱线还包含耐磨纤维。

15. 根据权利要求 14 所述的制品,其中所述耐磨纤维为尼龙纤维。

16. 由单层经面斜纹组织织物制成的连身工作服、衬衫、或裤子制品,所述织物具有与纬纱相异的经纱,所述织物形成所述制品的内表面和外表面;并且其中:

a) 所述制品的大部分外表面为第一纱线,其为所述织物中的经纱,并且所述制品的大部分内表面为第二纱线,其为所述织物中的纬纱,或者

b) 所述制品的大部分外表面为第一纱线,其为所述织物中的纬纱,并且所述制品的大部分内表面为第二纱线,其为所述织物中的经纱;并且

其中形成所述制品的大部分外表面的所述第一纱线包含:

i) 亲水性纤维和第一阻燃纤维,其中至少 25 重量%的所述纱线为亲水性纤维,或者

ii) 至少 25 重量%的亲水性第一阻燃纤维;并且

其中形成所述制品的大部分内表面的所述第二纱线包含至少 80 重量%的疏水性的第二阻燃纤维。

热防护服制品

背景技术

[0001] 1. 技术领域。本发明涉及包括服装在内的热防护服制品的构造,其由于织物的组成和构造以及制品中织物的排列,所以能够提供在热或湿环境(即其中穿着者大量出汗的环境)下的改善的舒适度。

[0002] 2. 背景技术。在热防护制品中提供最佳防护的织物趋于使用在热事件中表现良好的纤维,诸如芳族聚酰胺纤维。遗憾的是,很多此类纤维具有较低的回潮率并因此在一些环境中可能是相对不舒适的。如果在危险环境中被个人穿着,则仅使用设计成保护个人免受高温热事件的服装。如果所述服装是不舒适的,尤其在穿着者趋于大量出汗的湿热环境中,则个人更可能冒着受伤的危险放弃防护服装。因此在热防护服装的舒适度方面的任何改善都是受欢迎的。

发明内容

[0003] 本发明涉及热防护服制品,其包括具有与纬纱相异的经纱的机织物,所述织物形成制品的内表面和外表面;所述织物还具有经面或纬面斜纹组织,其中 a) 制品的大部分外表面为第一纱线,其为织物中的经纱,并且制品的大部分内表面为第二纱线,其为织物中的纬纱,或者 b) 制品的大部分外表面为第一纱线,其为织物中的纬纱,并且制品的大部分内表面为第二纱线,其为织物中的经纱。形成制品大部分外表面的第一纱线包含亲水性纤维和第一阻燃纤维,其中至少 25 重量%的纱线为亲水性纤维。形成制品的大部分内表面的第二纱线包含至少 80 重量%的疏水性的第二阻燃纤维。

具体实施方式

[0004] 本发明涉及热防护服制品,其包含具有经面或纬面斜纹组织的机织物,所述织物将以下纱线结合在一起:形成大部分制品外表面的第一纱线,其包含亲水性纤维和第一阻燃纤维,其中至少 25 重量%的该第一纱线为亲水性纤维;以及形成大部分制品内表面的第二纱线,其包含至少 80 重量%的疏水性的第二阻燃纤维。已发现,对于暴露的亲水性纤维在经面或纬面组织中百分比较高的织物表面或外表面而言,润湿时间或一滴水进入织物表面所花费的时间令人惊奇地较长;并且对于暴露的疏水性纤维的百分比较高的织物主体或内表面而言,润湿时间令人惊奇地较短。据信,单层织物的双面结构有助于将水从内部拉至存在更高含量亲水性纤维的外表面。在一些实施例中,织物和包含织物的制品具有小于 6 秒的内表面上的润湿时间,然而外表面的润湿时间为至少 6 秒或更大。

[0005] 本发明涉及包含机织物的热防护服制品,所述机织物具有经面或纬面斜纹组织。在斜纹组织中,每根纬纱(wen yam)或纬纱(filling yam)以向右或向左交织行进的方式浮动横跨在经纱上,形成显著的对角线。该对角线也称为凸条纹。浮子是从相对方向横跨在两个或更多个纱线上的纱线的一部分。斜纹组织根据其复杂性要求三个或更多个线束。斜纹组织常常以分数表示-诸如 2/1-其中分子表示凸起的线束数(并因为为交叉线),在该例子中为二,并且分母表示当插入纬线时凹进的线束数,在该例子中为一。分数 2/1 应读

成“二上，一下。”产生斜纹组织所需的线束最小数可通过将分数中的数字总计来确定。对于所述例子，线束的数目为三。（平织的分数为 1/1。）

[0006] 所谓经面斜纹组织是指经纱的数量在织物表面上更多，例如 2/1 或 3/1 斜纹织物。所谓纬面斜纹组织是指纬纱的数量在织物表面上更多，例如 1/2 或 1/3 斜纹织物。

[0007] 用经面或纬面斜纹编织机编织的织物具有与纬纱 (fill or weft yarn) 相异的经纱。在一个优选的实施例中，机织织物仅具有一种类型的经纱并仅具有一种类型的纬纱，并且所述织物为单层织物。

[0008] 所述织物形成制品的内表面和外表面，并且因为织物具有经面或纬面斜纹组织，所以制品的大部分外表面为第一纱线，其为织物中的经纱，并且制品的大部分内表面为第二纱线，其为织物中的纬纱；或作为另外一种选择，制品的大部分外表面为第一纱线，其为织物中的纬纱，并且制品的大部分内表面为第二纱线，其为织物中的经纱。

[0009] 在第一实施例中，形成制品的大部分外表面的第一纱线包含至少两种纤维，其包括亲水性纤维和第一阻燃纤维，并且至少 25% 的纱线为亲水性纤维。在一些实施例中，所述亲水性纤维为纤维素纤维、毛纤维、或它们的混合物。所述纤维素纤维可以为人造丝纤维、粘胶纤维、棉纤维、莱赛尔纤维、或它们的混合物。如果需要，则所述纤维素纤维可提供有阻燃剂，只要所述纤维保持亲水性即可。

[0010] 如本文所用，亲水性纤维为当按照测试方法 ASTM D2654-89a 纺织品中水分的测试方法所测量时，具有 6 重量%或更高的回潮率的纤维。另外，如本文所用，回潮率是在标准温度和相对湿度，其为，20 摄氏度 (+/-1 度) 和 65% 相对湿度 (+/-2%) 下，极干纤维可从空气吸收的水分的百分比

[0011] 形成制品的大部分外表面的第一纱线还包含第一阻燃纤维。在一些实施例中，该纤维为变性聚丙烯腈纤维、芳族聚酰胺纤维、聚芳唑纤维、聚砜纤维、或它们的混合物。所述芳族聚酰胺纤维可以为对位芳族聚酰胺纤维、间位芳族聚酰胺纤维、或它们的混合物。所述聚芳唑纤维可以为聚双咪唑纤维，商业上也称为 PBI 纤维。

[0012] 在第二实施例中，形成制品的大部分外表面的第一纱线包含至少 25 重量%的亲水性第一阻燃纤维。优选地，该亲水性第一阻燃纤维由固有阻燃聚合物制成，并且当按测试方法 ASTM D2654-89a 纺织品中水分的测试方法所测量时，所述纤维具有 6 重量%或更高的回潮率。在一些实施例中，该阻燃纤维由聚二噻唑聚合物制成。在一些实施例中，第一纱线仅由该亲水性第一阻燃纤维制成。如果需要耐磨性，则纱线中可包括至多 20 重量%（一般来讲 5 至 20 重量%）的尼龙或其它耐磨热塑性纤维。

[0013] 形成制品的大部分内表面的第二纱线包含至少 80 重量%的疏水性的第二阻燃纤维。如本文所用，疏水性纤维为当按照测试方法 ASTM D2654-89a 纺织品中水分的测试方法所测量时，具有小于 6 重量%的回潮率的纤维。在一些实施例中，该纤维为变性聚丙烯腈纤维、芳族聚酰胺纤维、聚芳唑纤维、聚砜纤维、或它们的混合物。所述芳族聚酰胺纤维可以为对位芳族聚酰胺纤维、间位芳族聚酰胺纤维、或它们的混合物。在一些优选的实施例中，所述第二纤维为 100% 间位芳族聚酰胺纤维。

[0014] 上述纱线中纤维的重量百分比以此前所述的组分计，其为，以纱线中这些所述组分的总重量计。所谓“纱线”是指纺丝或加捻在一起以形成连续股线的纤维集合，所述股线可用于组织、针织、编结、或编辫、或换句话说讲制备成纺织材料或织物。在一些优选的实施例

中,所述纤维为短纱纤维。

[0015] 在一些优选的实施例中,第一阻燃纤维和第二阻燃纤维不同。然而,在一些其它的实施例中,第一阻燃纤维和第二阻燃纤维可以为相同的纤维。

[0016] 在一些实施例中,第一纱线或第二纱线中的任一者或二者还可以为变性聚丙烯腈纤维与纤维素纤维的共混物。在一些实施例中,第一纱线或第二纱线中的任一者或二者包含阻燃人造丝与芳族聚酰胺纤维的共混物。

[0017] 在一些实施例中,制品包含经面或纬面机织物,其中形成大部分外表面的包含 25 至 50 重量%莱赛尔纤维、35 至 70 重量%变性聚丙烯腈纤维、和 5 至 15 重量%对位芳族聚酰胺纤维,并且形成大部分内表面的第二纱线包含 100%间位芳族聚酰胺纤维。在一些优选的实施例中,制品包含经面或纬面机织物,其中形成大部分外表面的包含 35 至 45 重量%莱赛尔纤维、40 至 60 重量%变性聚丙烯腈纤维、和 5 至 15 重量%对位芳族聚酰胺纤维,并且形成大部分内表面的第二纱线包含 100%间位芳族聚酰胺纤维。

[0018] 在一些实施例中,制品包含经面或纬面机织物,其中形成大部分外表面的包含 40 至 60 重量%阻燃人造丝纤维、20 至 40 重量%间位芳族聚酰胺纤维、和至多 20 重量%尼龙胺纤维,并且形成大部分内表面的第二纱线包含 100%间位芳族聚酰胺纤维。在一些优选的实施例中,制品包含经面或纬面机织物,其中形成大部分外表面的包含 45 至 55 重量%阻燃人造丝纤维、25 至 35 重量%间位芳族聚酰胺纤维、和至多 20 重量%尼龙胺纤维,并且形成大部分内表面的第二纱线包含 100%间位芳族聚酰胺纤维。

[0019] 在一些其它实施例中,制品包含经面或纬面机织物,其中形成大部分外表面的第一纱线包含 100 重量%亲水性聚二噻纤维,并且形成大部分内表面的第二纱线包含 100%间位芳族聚酰胺纤维。在一些其它实施例中,制品包含经面或纬面机织物,其中形成大部分外表面的第一纱线包含 80 至 95 重量%亲水性聚二噻纤维、5 至 20 重量%尼龙胺纤维,并且形成大部分内表面的第二纱线包含 100%间位芳族聚酰胺纤维。

[0020] 如本文所用,“芳族聚酰胺”是指如下聚酰胺,其中至少 85%的酰胺(-CONH-)连接基直接连接到两个芳族环。可将添加剂与芳族聚酰胺一起使用,并且实际上已发现,可将多达 10 重量%的其它聚合材料与芳族聚酰胺共混,或者可使用共聚物,所述共聚物具有多达 10%的替代芳族聚酰胺二胺的其它二胺,或多达 10%的替代芳族聚酰胺二酰氯的其它二酰氯。合适的芳族聚酰胺纤维在 Man-Made Fibers-Science and Technology,第 2 卷,标题为“Fiber-Forming Aromatic Polyamides”的部分,第 297 页,W.Black 等人,Interscience Publishers,1968 中有所描述。芳族聚酰胺纤维也公开在美国专利 4,172,938、3,869,429、3,819,587、3,673,143、3,354,127、和 3,094,511 中。间位芳族聚酰胺为其中酰胺键相对于彼此处于间位的那些酰胺,而对位芳族聚酰胺为其中酰胺键相对于彼此位于对位的那些酰胺。最常用的酰胺为聚(间苯二甲酰间苯二胺)和聚(对苯二甲酰对苯二胺)。

[0021] 当在纱线中使用时,间位芳族聚酰胺纤维提供极限氧指数(LOI)为约 26 的阻燃炭化纤维。间位芳族聚酰胺纤维还阻止由于暴露于火焰而对纱线的损伤传播。由于间位芳族聚酰胺纤维在模量和伸长物理特性之间的平衡,其还提供用于单层织物服装的舒适织物,所述单层织物服装旨在作为常规衬衫、裤子和连身工作服形式的工作服穿用。

[0022] 所谓阻燃人造丝纤维是指具有一种或多种阻燃剂并具有至少 2 克/旦尼尔的纤维拉伸强度的人造丝纤维。包含聚硅酸形式的二氧化硅作为阻燃剂的纤维素纤维或人造丝纤

维明确排除在外,这是由于此类纤维具有较低的纤维拉伸强度。另外,尽管此类纤维为良好的成炭剂,但是相对而言它们的垂直燃烧性能劣于包含磷化合物或其它阻燃剂的纤维。

[0023] 人造纤维为本领域所熟知的,并且为一般由再生纤维素组成的人造丝纤维,此外还具有其中取代基已取代羟基中不超过 15% 的氢的再生纤维素。它们包括由粘胶法、铜氨法、以及现在淘汰的硝化纤维法和皂化醋纤法制成的纱线;然而,在一个优选的实施例中利用粘胶法。一般来讲,人造丝由木浆、棉短绒、或溶解于粘胶纺丝溶液中的其它植物性物质来获得。将溶液挤出为酸盐凝固浴并拉伸成连续长丝。多组这些长丝可形成纱线或者切割成短纱并进一步加工成短纤纱。如本文所用,人造丝纤维包括已知为莱赛尔纤维的那些。

[0024] 阻燃剂可如下掺入人造丝纤维中:将阻燃剂化学物质加入纺丝溶液中并将阻燃剂纺丝到人造丝纤维中,用阻燃剂涂覆人造丝纤维,使人造丝纤维接触阻燃剂并使纤维吸收阻燃剂,或者通过使阻燃剂掺入人造丝纤维中或掺入有人造丝纤维的任何其它方法。一般来讲,包含一种或多种阻燃剂的人造丝纤维命名为“FR”,其用于阻燃剂。在一个优选的实施例中,阻燃人造丝具有纺入的阻燃剂。

[0025] 阻燃人造丝具有高回潮率,据信其向织物提供舒适性组分。阻燃人造丝纤维可包含多种可商购获得的阻燃剂中的一种或多种;其包括例如含磷化合物,如购自 Sandoz 的 Sandolast 9000[®]等。尽管多种化合物可用作阻燃剂,但是在一个优选的实施例中,阻燃剂基于磷化合物。有用的阻燃人造丝纤维以商品名 DFG “Flame-resistant viscose rayon” 购自 Daiwabo Rayon Co., Ltd. (Japan)。另一种有用的阻燃人造丝纤维以商品名 Viscose FR 购自 Lenzing AG(也已知为 Lenzing FR[®],购自 Lenzing Fibers, Austria)。

[0026] 所谓变性聚丙烯腈纤维是指由主要包含丙烯腈的聚合物制成的丙烯酸类合成纤维。优选地,聚合物为包含 30 至 70 重量%的丙烯腈和 70 至 30 重量%的含卤素乙烯基单体的共聚物。所述含卤素乙烯基单体为至少一种选自例如氯乙烯、偏二氯乙烯、溴乙烯、偏二溴乙烯等的单体。可共聚乙烯基单体的例子是丙烯酸、甲基丙烯酸、此类酸的盐或酯、丙烯酰胺、甲基丙烯酰胺、乙酸乙烯酯等。

[0027] 优选的变性聚丙烯腈纤维为与偏二氯乙烯组合的丙烯腈共聚物,所述共聚物还具有用于改善的阻燃性的氧化铈或铈氧化物。此类有用的变性聚丙烯腈纤维包括但不限于如美国专利 3,193,602 中所公开的具有 2 重量%三氧化铈的纤维,如美国专利 3,748,302 中所公开的由含量为至少 2 重量%并且优选不大于 8 重量%的各种氧化铈制得的纤维,以及如美国专利 5,208,105 和 5,506,042 中所公开的具有 8 至 40 重量%铈化合物的纤维。

[0028] 取决于掺杂铈衍生物的含量,纱线内的变性聚丙烯腈纤维提供具有通常至少 28 的极限氧指数的阻燃炭化纤维。变性聚丙烯腈纤维还阻止由于暴露于火焰而对纱线的损伤传播。尽管高度阻燃,但是变性聚丙烯腈纤维本身向纱线或由纱线制成的织物提供的拉伸强度不足以在暴露于电弧时提供期望的抗裂开程度。其本身也不提供按照 ASTM D6413 的测试方法根据 NFPA2112 或 ASTM F1506 要求所述的足够的炭化性能。

[0029] 当用于纱线中时,添加尼龙纤维对织物提供改善的耐磨性。尼龙为长链合成聚酰胺,其具有重复的酰胺基(-NH-CO-)作为聚合物链的整体部分,尼龙的两个常见例子为尼龙 66,其为聚己二酰己二胺;和尼龙 6,其为聚己内酰胺。其它尼龙可包括由 11-氨基十一烷酸制成的尼龙 11;和由六亚甲基二胺和癸二酸的缩合产物制成的尼龙 610。在一些优选的实施例中,尼龙为尼龙 610、尼龙 6、尼龙 66 或它们的混合物。

[0030] 当使用间位芳族聚酰胺纤维时, 在一些实施例中, 期望使用结晶度在约 20% 至 50% 范围内的纤维。间位芳族聚酰胺纤维向纱线或由纱线制成的织物提供附加拉伸强度。变性聚丙烯腈纤维与间位芳族聚酰胺纤维的组合高度阻燃, 但是向纱线或由纱线制成的织物提供的拉伸强度不足以在暴露于电弧时提供期望的抗裂开程度。在一些实施例中, 间位芳族聚酰胺纤维的结晶度为至少 20% 并且更优选至少 25%。为了便于形成最终纤维而例证起见, 结晶度的实际上限为 50% (尽管认为较高的百分比是合适的)。一般来讲, 结晶度将在 25% 至 40% 的范围内。具有该结晶度的商业间位芳族聚酰胺纤维的例子为购自 E. I. du Pont de Nemours & Company, Wilmington, Delaware 的 **Nomex**® T450。

[0031] 间位芳族聚酰胺纤维的结晶度通过两种方法中的一种来确定。第一种方法用于无空隙纤维而第二种方法用于并非完全不含空隙的纤维。

[0032] 间位芳族聚酰胺的结晶度百分数在第一种方法中通过首先利用优良的、基本上无空隙的样本产生用于结晶度的线性校准曲线来确定。就此类无空隙样本而言, 比体积 (1/密度) 可利用两相模型与结晶度直接相关。样本的密度在密度梯度柱中测量。测量通过 x- 射线散射方法确定为非结晶的间位芳族聚酰胺膜并发现其具有 1.3356g/cm³ 的平均密度。然后根据 x- 射线晶胞的尺寸测得的完全结晶间位芳族聚酰胺样品的密度为 1.4699g/cm³。一旦建立了这些 0% 和 100% 的结晶度端点, 任何已知密度的非空白实验样品的结晶度可根据这一线性关系进行测定:

[0033]

$$\text{结晶度} = \frac{(1/\text{非结晶密度}) - (1/\text{实验密度})}{(1/\text{非结晶密度}) - (1/\text{完全结晶密度})}$$

[0034]

$$(1/\text{非结晶密度}) - (1/\text{完全结晶密度})$$

[0035] 由于许多纤维样本并非完全不含空隙, 因此拉曼光谱为测定结晶度的优选方法。由于拉曼测量对空隙度不敏感, 因此 1650 cm⁻¹ 处的羰基伸缩的相对强度可用于确定任何形式的间位芳族聚酰胺的结晶度, 而与是否存在空隙无关。为了实现该目的, 结晶度与 1650 cm⁻¹ 处的羰基伸缩强度 (归一化为 1002 cm⁻¹ 处的环拉伸模式强度) 之间的线性关系利用最小空隙样本形成, 所述样本的结晶度由如上所述的密度测量预先确定并已知。建立取决于密度校准曲线的以下经验关系, 以便利用 Nicolet 型 910FT- 拉曼光谱确定结晶度百分数:

[0036]

$$\% \text{结晶度} = 100.0 \times \frac{(I(1650\text{cm}^{-1}) - 0.2601)}{0.1247}$$

[0037] 其中 I(1650 cm⁻¹) 为间位芳族聚酰胺样本在该点处的拉曼强度。利用该强度由以上公式计算实验样本的结晶度百分数。

[0038] 当由溶液纺丝、骤冷并利用低于玻璃化转变温度的温度干燥而无附加热量或化学处理时, 间位芳族聚酰胺纤维仅形成较小的结晶度含量。当利用拉曼散射技术测量纤维的结晶度时, 此类纤维具有小于 15% 的结晶度百分数。这些具有低结晶度的纤维被认为是可通过利用热或化学装置结晶的非晶形间位芳族聚酰胺纤维。结晶度含量可通过在聚合物的玻璃化转变温度或该温度之上进行热处理而增加。此类加热通常通过用处于张力下的加热

辊接触纤维而施加,所述接触的时间足以向纤维赋予期望的结晶度含量。

[0039] 间位芳族聚酰胺纤维的结晶度含量可通过化学处理增加,并且在一些实施例中,这包括在纤维掺入到织物中之前对其着色、染色或假染色的方法。一些方法公开于例如美国专利 4,668,234 ;4,755,335 ;4,883,496 ;和 5,096,459 中。也已知用作染料载体的染料助剂可用于帮助提高芳族聚酰胺纤维的染料着色。有用的染料载体包括芳基醚、苄醇、苯乙酮、以及它们的混合物。

[0040] 将对位芳族聚酰胺纤维加入纱线中可为由所述纱线形成的织物提供火焰暴露后某种附加的耐收缩及裂开。纱线中较大量的对位芳族聚酰胺纤维可使得包含该纱线的服装令穿着者不舒适。纱线具有 5 至 20 重量%对位芳族聚酰胺纤维,并且在一些实施例中,纱线具有 5 至 15 重量%的对位芳族聚酰胺纤维。

[0041] 由于静电放电会对用敏感电器或近易燃蒸气工作的工作者有害,因此第一纱线或第二纱线任选地包含防静电组分。例证性的例子为钢纤维、碳纤维或与现有纤维组合的碳。如果加入纱线中,则防静电组分以总纱线的 1 至 3 重量%的量存在,其替换相似量的第一阻燃纤维或第二阻燃纤维。

[0042] 美国专利公开 4,612,150(授予 De Howitt) 和美国专利公开 3,803,453(授予 Hu11) 描述了尤其有用的导电纤维,其中炭黑分散在热塑性纤维内,向纤维提供防静电的电导系数。优选的防静电纤维为碳芯尼龙外皮纤维。防静电纤维的使用提供具有减少的静电倾向、并因此具有减少的表观电场强度和令人讨厌的静电的纱线、织物和服装。

[0043] 短纱可通过纺纱技术来制备,所述技术例如但不限于环锭纺纱、包芯纺纱和气流喷射纺纱,所述气流喷射纺纱包括气流纺纱技术例如村田气流喷射纺纱,其中空气用于将短纤维合股成纱线,前提条件是所需的结晶度存在于最终纱线中。如果制备的是单股纱,则优选随后将它们合股在一起以在转化为织物之前形成包括至少两股单股纱的合股加捻纱。

[0044] 在一些优选的实施例中,织物根据 ASTM D-6413-99 具有小于 4 英寸的炭化长度。炭化长度为纺织物的阻燃性量度。炭化定义为由于高温分解或不完全燃烧形成的碳质残渣。在 ASTM6413-99 测试条件下的织物炭化长度被定义为直接暴露于火焰的织物边缘距已施加具体的扯开力之后的可见织物损伤的最远点之间的距离。

[0045] 在一些优选的实施例中,织物具有用基重归一化的至少 1.2 卡路里 / 平方厘米 / 每盎司 / 平方码 (0.148 焦耳 / 平方厘米 / 每克 / 平方米) 的抗电弧性。

[0046] 包含具有经面或纬面斜纹组织的机织物的热防护服制品可以为连身工作服、衬衫、或裤子的形式,其基本上由基重在 135 至 407 克 / 平方米 (4 至 12 盎司 / 平方码) 的单层经面或纬面斜纹组织织物制成。示例性的此类服装包括消防人员或军事人员的连裤衫和连身工作服。此类套装通常用于罩在消防人员服装之外,并且用于跳伞进入到某个区域以扑灭森林火灾。其它服装可包括在可能发生极度热事件的诸如化学处理工业或工业电气 / 电力环境下可穿着的裤子、衬衫、手套、袖套等。

[0047] 暴燃中织物或服装的性能可利用 ASTM F1930 测试方案用装有仪器的人体模型来测量。人体模型穿有要测量的材料,随后暴露于来自喷焰器的火焰。分配在整个人体模型上的温度传感器测量人体模型经历的局部温度,所述温度将为人体在经受相同的火焰量时经历的温度。在给定的标准火焰强度下,可根据人体模型温度数据测定人将经受的烧伤程度(即二度烧伤、三度烧伤等)和人体烧伤百分比。较低的预测身体烧伤为实际火灾危险

中的较佳服装保护的指示。

[0048] 根据 NFPA2112 标准, 暴燃防护服装所需的最低性能为 3 秒钟的火焰暴露下小于 50% 的身体烧伤。由于暴燃对于一些工业中的工作者为非常现实的威胁, 并且不可能完全预料个人将吞没在火焰中多长时间, 因此防护服装织物和服装的暴燃性能的任何改善有可能挽救生命。具体地讲, 如果防护服装可提供对于超过 3 秒钟, 例如 4 秒钟或更长的火焰暴露的增强的保护, 这意指穿着者具有在某些保护下逃脱危险的附加时间。暴燃代表工作者可能经历的最极端热威胁类型之一; 此类威胁比简单暴露于火焰苛刻得多。

[0049] 在织物重量小于 6.5 盎司 / 平方码时, 据信由此前所述的织物制成的服装对穿着者提供热保护, 其为根据 ASTM F1930 暴露于 4 秒火焰暴露时, 相当于小于 70% 预测身体烧伤, 同时维持根据 ASTM F1959 和 NFPA70E 的 2 类电弧等级。这相对暴露 3 秒钟时对穿着者小于 50% 的预测身体烧伤的最低标准为显著改善; 就一些其它阻燃织物而言, 烧伤相对于火焰暴露实质上基本呈指数变化。由服装提供的保护万一多一秒钟的火焰暴露时间, 则很可能意味着生死之别。

[0050] 对于电弧等级有两种常见的评级体系。全国消防协会 (NFPA 70E) 具有 4 种不同的类别, 其中 1 类具有最低电弧危险而 4 类具有最高危险。在 NFPA70E 体系下, 类别 1、2、3 和 4 分别对应于 4、8、25 和 40 卡路里 / 平方厘米的织物的电弧保护值。全国用电安全规程 (NESC) 也具有含有 3 种不同类别的评级体系, 其中 1 类具有最低危险而 3 类具有最高危险。在 NESC 体系下, 类别 1、2 和 3 分别对应于 4、8、和 12 卡路里 / 平方厘米的织物的电弧保护值。因此, 如按照标准测试方法 ASTM F1959 所测量的, 具有 8 卡路里 / 平方厘米的电弧等级的织物或服装可承受 2 类危险。

[0051] 在一些优选的实施例中, 服装由织物如下制成, 所述织物具有用基重归一化的至少 1.2 卡路里 / 平方厘米 / 每盎司 / 平方码 (0.148 焦耳 / 平方厘米 / 每克 / 平方米) 的抗电弧性。

[0052] 测试方法

[0053] 纱线、织物、和服装的回潮率根据 ASTM 测试方法 D2654-89 测定。

[0054] 根据 ASTM F-1959-99 “测定服装材料电弧热性能值的标准试验方法”来测定织物的抗电弧性。

[0055] 根据 ASTM G-125-00 “测量气体氧化剂中液体和固体材料着火极限的标准试验方法”来测定织物的限氧指数 (LOI)。在 ASTM G125/D2863 的条件下测定正好支持织物在室温下开始火焰燃烧的氧在氧和氮混合中的最小浓度 (表示为体积百分比)。

[0056] 根据 NFPA2112 “工业人员阻暴燃型防火服标准”来测定织物的热保护性能。术语热保护性能 (或 TPP) 涉及在织物暴露于直接火焰或热辐射时, 织物向织物下的穿着者皮肤提供连续且可靠保护的能力。

[0057] 根据 ASTM F-1930 利用装有仪器的热人体模型进行暴燃防护程度测试, 所述热人体模型穿有由测试纤维制成的标准图案连身工作服。

[0058] 根据 ASTM D-6413-99 “纺织品阻燃性标准试验方法 (垂直法)”来测定织物的炭化长度。

[0059] 根据测试方法 AATCC79-2007 测定织物的每个面或表面的润湿时间。在该测试方法中, 允许一滴水从固定高度落到试件的拉紧表面上。然后测量水滴的镜面反射消失所需

的时间并记录为润湿时间。

[0060] 实例 1

[0061] 该实例举例说明了具有外表面和内表面的织物,其中外表面比内表面更具亲水性。制备具有不同经纱和纬纱喷气短纤纱的耐用电弧和热防护织物。

[0062] 经纱由 50 重量%变性聚丙烯腈纤维、40 重量%莱赛尔纤维和 10 重量%对位芳族聚酰胺纤维的人造短纤维紧密共混物制成。变性聚丙烯腈纤维为具有 6.8% 锑的 ACN/ 聚偏 1,1- 二氯乙烯共聚物纤维,并以商品名 **Protex[®]C** 购自 Kaneka Corporation。莱赛尔纤维为以商品名 **Tencel[®]** 纤维购自 Lenzing 的再生纤维素纤维。对位芳族聚酰胺纤维为聚(对苯二甲酰对苯二胺)(PPD-T) 纤维,其以商品名 **Kevlar[®] 29** 纤维购自 E. I. du Pont de Nemours and Company。使用棉纺系统加工和喷气纺纱机将变性聚丙烯腈纤维、莱赛尔纤维和对位芳族聚酰胺纤维的清棉混纺条制成短纤纱。所得纱线为 19.6 特(30 棉纱支数)的单股纱。然后在合股机上将两个单股纱合股以制备具有 10 转/英寸加捻的合股加捻的双股纱。将该纱线用作经纱。

[0063] 纬纱由 93 重量%间位芳族聚酰胺纤维、5 重量%对位芳族聚酰胺纤维和 2 重量%防静电纤维的人造短纤维紧密共混物制成。间位芳族聚酰胺纤维为聚(间苯二甲酰间苯二胺)(MPD-I) 纤维,其以商品名 **Nomex[®]** 型 T455 纤维购自 E. I. du Pont de Nemours and Company。对位芳族聚酰胺纤维为用于经纱中的相同 PPD-T 纤维。防静电纤维为碳-芯尼龙-护套纤维,其以商品名 P140 购自 Invista。制备间位芳族聚酰胺纤维、对位芳族聚酰胺纤维、和防静电细纤维的清棉混纺条并使用棉纺系统加工和喷气纺纱机制成短纤纱。所得纱线为 19.6 特(30 棉纱支数)的单股纱。然后在合股机上将两个单股纱合股以制备具有 10 转/英寸加捻的合股加捻的双股纱。将该纱线用作纬纱。

[0064] 然后,将纱线用作织物的经纱和纬纱,其以经面 2×1 斜纹织物构造在有梭织机上机织。本色的斜纹织物具有 170g/m²(5.5 盎司/平方码)的基重。然后在热水中擦洗本色斜纹织物并使用碱性染料和活性染料射流染色并干燥。成品的斜纹织物具有每厘米 31 根经纱×16 根纬纱(每英寸 77 根经纱×47 根纬纱)的构造和 203g/m²(6.0 盎司/平方码)的基重。

[0065] 该织物具有 1.2 卡路里/平方厘米/每盎司/平方码(0.148 焦耳/平方厘米/每克/平方米)的用基重归一化的抗电弧性。

[0066] 根据 AATCC79-2007 测量该织物每个面的润湿时间并示出在表中。这些结果示出,令人惊奇地,水滴从暴露的亲水性纤维的百分比较高的织物表面或外表面消失需要较长的时间,而水滴从暴露的疏水性纤维百分比较高的织物主体或内表面消失需要更短的时间。据信,单层织物的双面结构有助于将水拉至存在更高含量亲水性纤维的外表面。

[0067] 表

[0068]

	织物表面侧(外表面)	织物主体侧(内表面)
--	------------	------------

[0069]

润湿时间(秒)	7.29	5.29
---------	------	------

[0070] 实例 2

[0071] 以相似的结果重复实例 1 ;然而,在用于织物中的经纱中,用 100 重量%的亲水性聚二唑短纤维代替 50 重量%变性聚丙烯腈纤维、40 重量%莱赛尔纤维和 10 重量%对位芳族聚酰胺纤维的人造短纤维紧密共混物。

[0072] 实例 3

[0073] 以相似的结果重复实例 2 ;然而,在用尼龙纤维代替 20 重量%用于经纱中的亲水性聚二唑纤维,以用于改善的耐磨性 ;此外,用间位芳族聚酰胺纤维代替纬纱中的 5 重量%对位芳族聚酰胺纤维,使得纬纱的人造短纤维紧密共混物的最终组成为 98 重量%间位芳族聚酰胺纤维和 2 重量%防静电纤维。

[0074] 实例 4

[0075] 以相似的结果重复实例 1 至 3 ;然而,用这些纱线机织成经纱和纬纱互换和纬面织物。

[0076] 实例 5

[0077] 将实例 1 至 4 的织物的一部分切割成各种形状并缝在一起以将每种织物转换成可暴露于热危险下的那些的单层防护连身工作服、衬衫和裤子。