



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105694094 A

(43) 申请公布日 2016. 06. 22

(21) 申请号 201610062241. 8

B29B 17/02(2006. 01)

(22) 申请日 2012. 10. 05

D01B 9/00(2006. 01)

(30) 优先权数据

13/289703 2011. 11. 04 US

(62) 分案原申请数据

201280052584. 6 2012. 10. 05

(71) 申请人 肖工业集团有限公司

地址 美国乔治亚州

(72) 发明人 J. E. 博尔克 S. C. 老帕斯佩克

A. F. 施肖伊德 W. H. 海塞

(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.

C08J 11/04(2006. 01)

C08J 11/08(2006. 01)

权利要求书1页 说明书11页

(54) 发明名称

回收地毯的方法以及这种方法的产品

(57) 摘要

本申请提供了回收地毯的方法以及这种方法的产品。本申请公开了用于回收地毯的方法,其产生适用于工业用途的清洁起绒纤维。该方法允许从包括起绒纤维材料和衬底材料的地毯回收例如聚酯或聚酰胺的起绒纤维材料,并且包括以下步骤:将地毯加热至低于起绒纤维材料的熔点但是高于衬底材料的初始热分解温度的温度一段时间,和在足以热分解、热解或氧化至少一部分衬底材料的温度下使衬底材料易碎,其比未处理的衬底更易碎;和向地毯施加机械力,以从起绒纤维材料释放易碎的衬底材料。

1. 从包含起绒纤维材料和衬底材料的地毯回收起绒纤维材料的方法回收的起绒纤维材料,该方法包括:

a) 将地毯加热到低于所述起绒纤维材料的熔点但高于所述衬底材料的热分解温度的温度一段时间,和在足以热分解至少一部分所述衬底材料的温度下使衬底材料变得易碎;和

b) 向地毯施加机械力,以从所述易碎的衬底材料中释放所述起绒纤维材料。

2. 挤出制品,包含权利要求1的起绒纤维材料。

3. 注塑制品,包含权利要求1的起绒纤维材料。

4. 从包含起绒纤维材料和衬底材料的地毯回收起绒纤维材料的方法分离的无机填料,该方法包括:

a) 将地毯加热到低于所述起绒纤维材料的熔点但高于所述衬底材料的热分解温度的温度一段时间,和在足以热分解至少一部分所述衬底材料的温度下使衬底材料变得易碎;

b) 向地毯施加机械力,以从所述易碎的衬底材料中释放所述起绒纤维材料;和

c) 从易碎的衬底材料中分离任何无机填料。

5. 从包含起绒纤维材料和化学组成不同于起绒纤维材料的衬底材料的地毯回收起绒纤维材料的方法回收的易碎衬底材料,该方法包括:

a) 将地毯加热到低于起绒纤维材料熔点但高于衬底材料的初始热分解温度的温度一段时间,和在足以热分解和/或氧化至少一部分衬底材料的温度下使衬底材料比未处理的衬底变得更易碎;

b) 向地毯施加机械力,以从易碎的衬底材料中释放起绒纤维材料;和

c) 通过一种或多种机械装置从起绒纤维材料去除任何污染物。

6. 脱硫剂,包含根据权利要求5的方法回收的易碎衬底材料。

回收地毯的方法以及这种方法的产品

[0001] 本申请为一项发明专利申请的分案申请,其母案的申请日为2012年10月5日、申请号为201280052584.6、发明名称为“回收地毯的方法以及这种方法的产品”。

技术领域

[0002] 本发明涉及用于地毯回收的方法,更具体地涉及回收地毯产生适用于工业用途的清洁起绒纤维(face fiber)的方法,以及涉及使用这种方法生产的起绒纤维和其它产品。

背景技术

[0003] 典型的地毯由四种不同材料组成:1)起绒纤维或绒头(pile),其经常由尼龙、聚对苯二甲酸乙二醇酯或聚烯烃制成;2)衬底(backing),其经常由聚丙烯或天然纤维,例如黄麻制成;3)粘结剂或粘合剂,其经常为丁苯橡胶(SBR)胶乳;和4)无机填料,其经常为碳酸钙或石灰石。每年数千吨消费后和工业用后地毯被送至填埋场。这些地毯难以回收,是各种塑料、粘结剂、无机填料和纤维的混合物。回收的地毯的许多高端用途需要分离不同的聚合物,清除污物和其它污染物,以及清除粘结剂和其它填料。有意地,地毯难以解构。其被制造来经受住数十年的磨损,而没有起绒纤维从衬底材料扯出以及没有粘结剂失效。

[0004] 地毯的最有价值的部分典型地为“起绒纤维”材料,有时也描述为“绒头”,其经常为聚酯或尼龙,以及典型地构成地毯的约35至约65 wt%。待回收的地毯经常根据其起绒纤维组成来分类,尼龙地毯目前是更有价值的,因为对回收尼龙的需求更高。

[0005] 一种回收起绒纤维材料的常规方法典型地涉及剪切,一种类似于剪切绵羊以去除羊毛的去除起绒纤维材料的方法。在这种方法中,余量典型地被丢弃。这种方法的优点是地毯的大部分非起绒纤维部分与起绒纤维分离。该方法的缺点是剪切是劳动密集型的。必须将地毯片铺开,切割成适当大小的片,以及一个接一个地人工送入剪切装置中。地毯必须以适当方向送入剪切机中,起绒纤维朝向剪切刀片取向,使得剪切的纤维对衬底材料的污染敏感。该方法的另一个缺点是起绒纤维的产率低—典型地仅25%至50%的起绒纤维得到回收。

[0006] 在剪切中,切割深度必须加以小心调节,以使起绒纤维回收率最大化,同时将切入衬底材料减到最少。令人遗憾地,地毯厚度不同。深入切割有污染剪切的纤维的风险,而浅的切割导致产率损失。这种应用中的割刀磨损是显著的和昂贵的。

[0007] 另一种地毯回收的常规方法是整个地毯粉碎。将整个地毯简单粉碎成为纤维,一部分胶乳和无机填料作为砂砾或粉尘被去除。但是,该方法具有残留衬底聚丙烯纤维仍然与起绒纤维混合的缺点。此外,各起绒纤维的底端保留大部分的胶乳和无机填料,使得该起绒纤维不适用于需要更纯的回收的起绒纤维的应用。

[0008] 美国专利号5,889,142公开一种从多组分废料中选择性地分离聚酰胺的方法,包括使多组分混合物在低于待回收聚合物的降解温度的预定温度下经历己内酰胺和水的特殊混合物,分离形成的聚酰胺溶液,和回收所需聚酰胺的步骤。

[0009] 在从消费后或工业用后废物中回收尼龙6和尼龙6,6聚酰胺方面,美国专利号7,067,613公开了从混合的聚烯烃废物成分,特别是聚丙烯中分离聚酰胺的方法,其通过使废

物与酯溶剂组合物混合,将该混合物加热至超过所含聚烯烃的熔融温度的温度,以形成进一步含有溶解的聚酰胺聚合物和分离的不混溶液体聚烯烃相的酯溶剂组合物。

[0010] 美国专利号6,752,336公开一种回收地毯材料的方法,其将地毯分解成为尺寸减小的纤维,使尺寸减小的纤维在液体介质中成浆,然后在离心处理中选择性地分离尺寸减小的纤维。该方法据说特别适合于从工业用后、消费前地毯废物中回收尼龙或聚酯起绒纤维。

[0011] 美国专利号6,498,250公开一种尼龙解聚的方法,其中包含尼龙和一种或多种非尼龙组分的多组分材料被送入解聚区中,在其中完成至少部分尼龙的解聚,产生产物流和残留物,该产物流含有尼龙单体,残留物含有非尼龙组分,其中测量残留物中的尼龙含量并用于控制解聚工艺。

[0012] 美国专利号7,784,719公开从整个地毯回收主结构材料的方法,据说特别适合于从工业用后、消费后地毯废物中回收尼龙或聚酯起绒纤维。该方法包括将整个地毯分解成为破碎的地毯材料(即绒头、衬底和粘结剂),将破碎的地毯材料进一步分解成为尺寸减小的纤维和粘结剂,在水性液体介质(例如水)中使尺寸减小的纤维和粘结剂成浆,然后在离心处理中分离尺寸减小的纤维和粘结剂。

[0013] 美国专利公开号2011/0040027公开一种回收地毯组分的方法,包括使包含胶乳衬底的消费后地毯转化成为易流动粉末,其据说适用于作为回收的产品组分引入一种或多种产品中。公开了各种转化包含胶乳衬底的消费后地毯的方法,包括一种工艺,其中可以从使用过的消费后地毯中收集一部分起绒纤维,或可以将地毯简单粉碎形成第一混合物,之后从第一混合物中分离和去除一部分地毯纤维形成第二混合物,其随后可以暴露于较高水平的热量以热降解和/或部分挥发第二混合物中存在的聚合物材料。该混合物然后可以单独或与固体无机颗粒材料一起混合引入新产品中。

[0014] 尽管刚刚描述了地毯回收方法,本领域中仍然需要回收地毯,特别是含有例如尼龙和聚酯的起绒纤维的那些地毯的改进方法。

发明内容

[0015] 在一个方面,本发明涉及从包括起绒纤维材料和衬底材料的地毯回收起绒纤维材料的方法,该方法包括以下步骤:将地毯加热至低于起绒纤维材料熔点但高于衬底材料热分解温度的温度一段时间,和在足以分解至少一部分衬底材料的温度下使衬底材料比其初始状态更加易碎(friable);和向地毯施加机械力以从起绒纤维材料释放易碎的(friable)衬底材料。这些步骤可以顺序或同时进行,只要已经使得衬底材料十分易碎,以便从起绒纤维材料分离。类似地,该步骤可以在分离的设备或在相同的设备中进行,只要该装置包括加热地毯的装置和向地毯施加机械力的装置,以从纤维材料释放易碎的衬底材料。该步骤可以分批地或连续地进行。

[0016] 在另一个方面,本发明涉及从这些方法获得的起绒纤维材料,其基本不含聚丙烯、粘合剂和无机填料。

[0017] 在另一个方面,本发明涉及由这种方法获得的易碎衬底材料,也称为衬底残留物,其将典型地构成衬底材料,和粘合剂,例如充满无机填料的胶乳。

[0018] 在另一个方面,本发明涉及由这些方法获得的无机填料,其例如在新地毯衬底、流

体pH调节和煤脱硫中具有用途。

[0019] 本发明的其它方面是如在此公开和要求保护的。

具体实施方式

[0020] 因此,在一个方面,本发明涉及一种方法,包括以下步骤:加热包括起绒纤维材料和衬底材料的地毯,以便使至少一部分衬底材料例如由于热分解而易碎,即比未处理的衬底更易碎。如在此使用的,术语“热分解”、“分解”等意图包括热解和/或氧化反应。这种热分解在宽温度范围内进行,为了本发明的目的,将地毯或缠结纤维加热到至少“初始”热分解温度,即衬底材料开始分解的温度。对于本发明,热分解开始的温度低于起绒纤维的熔融温度。

[0021] 例如通过当将易碎组分与起绒纤维脱离连接下时同时降低易碎组分的粒度,然后将易碎的衬底材料和任选任何其它地毯组分,例如粘合剂和无机填料,与起绒纤维脱离连接。加热步骤和释放步骤可以顺序或同时进行,只要已经使衬底材料十分易碎,以便从起绒纤维材料中分离。

[0022] 本发明的方法可用来从任何地毯的起绒纤维材料中释放衬底材料,其中衬底材料可以优先相对于起绒纤维热分解(或热解和/或氧化,如上所述),例如对于任何地毯,其中衬底材料在比起绒纤维材料的熔点或分解点更低的温度下分解。两种材料热分解的温度之间的差值越大,后续分离将更令人满意。

[0023] 本发明的方法最好在其中起绒纤维材料在衬底材料最初开始分解的温度下不熔融的那些情况下进行,但是如果可接受较低的起绒纤维材料产率,则仍然可以允许一些熔融。也可以预先加热衬底材料,使得起绒纤维材料基本不熔融,和仍然从变得易碎的衬底材料中回收起绒纤维材料,但是应理解,衬底材料和起绒纤维材料之间的热分解温度差值越大,根据本发明的方法,后续分离将更加令人满意。

[0024] 如在此使用的,术语“地毯”意图概括地解释为描述装饰性或保护性多组分材料,其包括一旦与其它地毯组分分离其本身具有工业用途的,典型地衬底材料、典型地包含多根纤维的起绒纤维材料和任选与粘合剂结合的无机填料。在一个方面,起绒纤维材料可以例如包含尼龙或聚酯,衬底材料织造聚丙烯,粘合剂无机填充的胶乳。

[0025] 根据本发明有用的地毯类型包括新地毯,工业用后地毯,或消费后地毯。如在此使用的,术语“地毯”也包括来自地毯剪切工艺的残留物,经常称为“地毯骨架(carpet carcass)”。其包含衬底材料,具有机械剪切之后仍然连接的残留纤维。

[0026] 如在此使用的,术语“地毯”也意图包括包含两种或更多种不同类型纤维的纤维状材料,其中一种纤维具有比其它更低的热分解或氧化或热解温度。这种材料的一个实例为车厢内衬衬垫(trunk liner mat),其包含可以被认为是起绒纤维材料的非织造PET纤维,和可以被认为是衬底材料的聚烯烃粘结剂。另一个实例为由回收的地毯制造的地毯背衬(padding),所述回收的地毯可以包含PET或尼龙纤维,和/或聚丙烯纤维,和一种或多种衬底组分和粘合剂。

[0027] 根据本发明,衬底材料典型地为织造材料,包含可以热分解、热解或氧化的材料,例如聚烯烃,例如聚乙烯或聚丙烯。衬底材料可以进一步包含其它材料,例如粘合剂和无机填料,如在此进一步描述的,当如在此进一步描述的,根据本发明加热地毯时,其一起形成

易碎的衬底材料或衬底残留物。

[0028] 起绒纤维材料可以包含例如尼龙或聚酯,或尼龙的混合物,或聚酯的混合物,或尼龙和聚酯的混合物,优选在高于衬底材料热分解温度的温度下熔融。尼龙当然也称为聚酰胺,在此使用的术语可互换地描述包含酰胺基连接的重复单元的聚合物,包括但不限于尼龙-6和尼龙-6,6。根据本发明可加以分离的聚酯为具有重复酯键的聚合物,包括聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)均聚物和共聚物,聚对苯二甲酸丁二醇酯(PBT)均聚物和共聚物等,包括含有例如环己烷二甲醇、环己烷二羧酸等共聚单体的那些。

[0029] 在地毯中,起绒纤维材料典型地以U形相对于衬底材料取向,其中纤维嵌入衬底材料并形成U,纤维中部与衬底材料接触,纤维或者切割为均匀长度,被称为长毛绒绒头(plush pile),或保持未切割,被称为毛圈绒头(loop pile)。任一种形式的绒头在此都描述为起绒纤维,并且适当地由本发明的方法与衬底材料分离。

[0030] 地毯因此典型地由锚固进衬底材料网幅中的起绒纤维形成,所述起绒纤维例如为聚丙烯丝线,其在环境温度下是挠性的。可用于本发明方法的地毯也可以在衬底材料中包括粘合剂,例如胶乳,例如SBR(苯乙烯/丁二烯/橡胶)胶乳,其充满无机物质例如碳酸钙作为无机填料,为地毯提供增加的重量,该粘合剂有助于使起绒纤维材料保持与衬底材料连接。地毯可以进一步包含与粘合剂接触的聚丙烯网材料,同样意图保证起绒纤维在使用期间不会无意中与衬底材料分离。

[0031] 实际上,这些各种材料的存在意图保持使用期间地毯的完整性,使得在实践中起绒纤维与衬底材料的后续分离非常困难。优选将衬底材料,和任选任何粘合剂材料和聚丙烯网热分解,以帮助获得本发明的可用的起绒纤维材料。

[0032] 如在此使用的,术语“易碎”表示材料已经变得更容易切割、撕裂、划破、切碎、破碎或粉碎,并且将不同于地毯的衬底材料的热塑性或弹性或挠性状态,例如使用期间作为地毯的衬底材料提供的聚烯烃丝线的情况。应理解术语“易碎”应概括地解释,以覆盖任何情况,其中由于衬底材料至少部分热分解和/或氧化和/或热解,由于破碎或粉碎的倾向增加,先前挠性的地毯的衬底材料变得更容易释放并与挠性起绒纤维材料分离。

[0033] 因此,在一个方面,本发明涉及从包括起绒纤维材料和衬底材料的地毯回收起绒纤维材料的方法,该方法包含:a)将地毯加热到低于起绒纤维材料熔点但高于衬底材料热分解温度的温度一段时间,和在足以热分解至少一部分衬底材料的温度下,使衬底材料易碎;和b)向地毯施加机械力,以从易碎的衬底材料中释放起绒纤维材料。地毯可以在步骤a)中加热到例如约175℃至约260℃的温度。

[0034] 当起绒纤维材料包含例如尼龙6时,地毯可以在步骤a)中加热到175℃至215℃。当起绒纤维材料包含例如尼龙6,6时,地毯可以在步骤a)中加热到例如175℃至245℃。当起绒纤维材料包含例如聚对苯二甲酸乙二醇酯时,地毯可以在步骤a)中加热到175℃至260℃。

[0035] 根据本发明,地毯可以在步骤a)中加热一段时间,例如约0.1分钟至约120分钟。

[0036] 在一个方面,步骤a)和b)可以在相同的设备中进行。在另一个方面,步骤a)和b)可以顺序或同时进行,和可以以间歇法或连续法进行。

[0037] 在本发明的方法中,地毯可以在步骤a)和b)之间冷却,由此引起至少一部分衬底材料自发断裂。

[0038] 如在此使用的,起绒纤维材料可以包含聚酯,或尼龙(聚酰胺),或尼龙和聚酯两

者,以及该衬底材料可以独立地包含聚烯烃,或天然纤维,例如黄麻。

[0039] 本发明进一步包含根据本发明方法回收的起绒纤维材料。该起绒纤维材料可以为纤维形式,或可以挤出形成制品,或可以注塑形成制品。

[0040] 在另一个方面,本发明涉及根据本发明获得的起绒纤维材料在一个或多个化学回收方法中的用途。

[0041] 本发明的方法可以进一步包含从易碎的衬底材料中分离任何无机填料,以及本发明也涉及如此获得的无机填料。

[0042] 在另一个方面,本发明涉及从包括起绒纤维材料和与起绒纤维材料化学组成不同的衬底材料的地毯回收起绒纤维材料的方法,该方法包含:a)将地毯加热到低于起绒纤维材料熔点但高于衬底材料的初始热分解温度的温度一段时间,和在足以热分解和/或氧化至少另一部分衬底材料的温度下,使衬底材料变得比未处理的衬底更易碎;和b)向地毯施加机械力,以从易碎的衬底材料中释放起绒纤维材料;和c)通过一种或多种机械手段从起绒纤维材料去除任何污染物。

[0043] 在另一个方面中,本发明涉及如此获得的易碎衬底材料,以及涉及包含如此获得的易碎衬底材料的脱硫剂。

[0044] 在另一个方面,本发明涉及分离缠结的至少第一种和第二种纤维的方法,该方法包含:a)将缠结的纤维加热到低于第一种纤维的熔点但高于第二种纤维的热分解温度的温度一段时间,和在足以热分解至少一部分第二种纤维的温度下,使第二种纤维的纤维易碎;和b)向缠结的纤维施加机械力,以从易碎的第二种纤维中释放第一种纤维。

[0045] 在一个方面,本发明涉及一种方法,包括以下步骤:将包含至少一种起绒纤维材料和衬底材料的地毯加热到低于起绒纤维材料熔点但高于至少一部分衬底材料的初始热分解温度的温度一段时间,和在足以热分解至少一部分衬底材料的温度下,使衬底材料易碎,即比未处理的衬底更易碎。然后,例如当将易碎组分从与起绒纤维脱离连接时通过同时降低的易碎组分的粒度,可以将易碎组分从与起绒纤维的连接下释放。这将不同于其中使地毯中的所有聚合物材料(起绒纤维和衬底两者)变得易碎或热分解的情况,或其中将聚合物材料简单熔融和共混,例如以复合材料形式供应其中对所得共混物的物理化学性能没有特别需求的用途的情况。这也将不同于其中聚合物材料完全热降解,仅留下无机残留物的方法。根据本发明,聚合物起绒纤维材料以其中其可以使用相对几乎不需要进一步加工的形式从衬底材料中释放和分离。

[0046] 在本发明的方法中,地毯加热到的温度可以不同,例如取决于起绒纤维材料和衬底材料的特性。例如,该温度可以为至少约175℃,或为至少190℃,或为至少200℃,直至约235℃,或直至245℃,或直至250℃。

[0047] 当起绒纤维材料包含聚酯,例如熔点为约250℃至约260℃的聚对苯二甲酸乙二醇酯时,地毯可以加热到约175℃至约250℃,或180℃至245℃的温度。

[0048] 当起绒纤维材料包含尼龙,例如熔点为约240℃至约250℃的尼龙6,6时,地毯可以加热到约175℃至约240℃,或180℃至235℃的温度。

[0049] 当起绒纤维材料包含尼龙,例如熔点为约215℃至约220℃的尼龙6时,地毯可以加热到约175℃至约215℃,或180℃至210℃的温度。

[0050] 当衬底材料包含在约175℃下开始热分解的聚丙烯时,地毯可以加热到大于175℃

和低于起绒纤维熔点的温度。

[0051] 地毯加热期间的时间长度将不同,取决于地毯加热到的温度以及衬底材料和起绒纤维材料的组成,以及可以为至少约0.1分钟,或为至少2分钟,或为至少3分钟,或为至少5分钟,直至约120分钟,或直至60分钟,或直至30分钟,或直至10分钟,或直至5分钟。

[0052] 在一个方面,送入本发明方法的地毯可以以切碎至容易操作的适合尺寸的整捆地毯的形式提供。适用于本方法的切碎进料在最大尺寸方面可以小至0.5平方厘米到大至1平方米。切碎可以在任何类型的商业切碎机或造粒机中进行,或可以在例如梯形除杂机(step cleaner)或轧棉机(cotton gin)或梳理装置(carding unit)中进行。另外,地毯可以以不同于使地毯适应热源所需的最小切割,其中不进行预先切碎或分割的形式使用。

[0053] 根据本发明,预先切碎之后,可以例如由磁力分离来去除任何铁类污染物。也可以去除细粒,但是这也可以不是必须的。我们注意到,如果使用,更细的切碎将产生更多的细粒。切碎的地毯可以任选粒化并筛分,以获得较小的粒度分布。但是,至少0.5平方英寸,和更优选1平方英寸,和更优选2或更大平方英寸的地毯碎片看起来适用于本方法。

[0054] 地毯然后可以加热一段时间并达到足以引起至少一部分衬底材料热降解和/或氧化的温度,当冷却时变得更易碎。如所述的,地毯加热到的温度优选低于起绒纤维材料的熔点,但是足够高以引起至少一部分可以包括地毯中存在的其它非起绒纤维有机物或无机物的衬底材料热分解或氧化。但是,地毯暴露于加热设备的环境温度可以超过起绒纤维的熔点,因为对于实际地毯温度而言,地毯在加热设备中将需要一定时间来从环境温度升至更高温度。

[0055] 例如聚对苯二甲酸乙二醇酯的熔融范围为约250℃至约260℃。如本文其它地方进一步描述的,对于聚酯地毯有用的条件为约175℃至约245℃,以及例如约0.1至约120分钟的时间长度。

[0056] 尼龙6,6地毯的所需温度可以略低,因为尼龙熔融范围为约245℃至约250℃。如本文其它地方进一步描述的,对于尼龙6,6有用的温度为约175℃至约240℃,以及例如约0.1至约120分钟的时间长度。

[0057] 尼龙6地毯的所需温度也可以略低,因为尼龙熔融范围为约215℃至约220℃。如本文其它地方进一步描述的,对于尼龙6有用的条件为约175℃至约215℃,以及例如约0.1至约120分钟的时间长度。

[0058] 典型地,地毯非起绒纤维部分将变为褐色、棕色或黑色,一些蒸汽可能从分解或氧化的有机物中放出。

[0059] 本发明的额外优点是通过本方法的加热部分,用过的地毯中存在的许多恶臭和/或致病污染物被蒸发、氧化、热解、碳化或以另外方式破坏。这些将包括物类例如饮食残留物、体液、粪便物、细菌、寄生虫等。这种去除使得来自本方法的起绒纤维比由简单剪切获得的起绒纤维要清洁的多和更加卫生。

[0060] 如所述的,使至少一部分衬底材料易碎所需的时间和温度与地毯的组成和特别是起绒纤维材料和衬底材料的组成、加热设备中的热传递速率以及加热的地毯片的尺寸相关,并且可以由使用常规实验的本领域技术人员轻易地确定。地毯其后可以被充分冷却,以固化任何熔融或分解或氧化的部分,由此使得它们至少部分易碎。施加的冷却可以是潮湿或干燥的。

[0061] 一旦切碎的地毯的至少一部分衬底材料已经变得易碎,则可以例如通过经由破碎或碾磨机械减小到更小的粒度,例如使用锤磨、球磨、棒磨、双辊破碎、销磨、单轴切碎机、双轴切碎机、四轴切碎机、造粒机、梳理机、纤维梳、纤维“轧棉”、自动碾磨磨、纤维清洁器或能够从起绒纤维材料释放衬底材料的任何其它设备或设备组合,例如通过将易碎颗粒破碎至更小尺寸,从起绒纤维释放地毯的易碎部分。我们注意到此类设备并不典型地显著降低起绒纤维材料,例如聚酯或尼龙纤维的尺寸,因为纤维材料保持基本挠性而非易碎。这一尺寸减小步骤也可以用于从起绒纤维至少部分分离释放的衬底材料。破碎或碾磨也用于从易碎材料所附着的聚酯或尼龙纤维释放易碎材料的附聚体。

[0062] 污染物然后可以通过任何数量的合适的潮湿或干燥法,例如通过筛分、抽吸、梳理、刷毛、其它机械纤维清洁机、水洗、空气洗涤,或这些方法的组合,与起绒纤维分离。

[0063] 我们注意到加热步骤可以例如在为此目的提供有加热球的球磨机中,与碾磨同时进行。

[0064] 类似地,在某些设备中,例如在“风扫(air swept)”连续球磨中,或“风扫”梳理型装置中,可以同时进行释放和分离步骤。

[0065] 起绒纤维其后可以使用纤维清洁的领域技术人员已知的技术,任选进一步洗涤、清洁、刷毛或梳理,以进一步减少附着的污染物。可以任选提供漂浮/沉没分离,以进一步减少污染物,由此得益于更大的分解污染物比重对起绒纤维比重。泡沫漂浮也可以任选用于进一步减少污染物,与破碎的污染物表面体积比(surface-to-volume ratio)相比,由此得益于高的多的起绒纤维的表面体积比。为了更容易操作和存储,清洁的纤维其后可以任选通过在例如具有连接的造粒机的挤出机或Condux型增密器的装置中熔融,或者通过例如California Pellet Mill的装置中压缩,成型为颗粒或粒料。另外,该纤维可以原样用于例如化学回收或挤出或注塑。

[0066] 在另一个实施方案中,地毯可以在没有任何进一步脱落或切割下以提供的形式使用,不同于为了使地毯适应所选热源所需的那样。在此方面,可以由任何合适的输送手段将地毯送入或通过烘箱。

[0067] 根据本发明可以使用各种热源,不论常规自然对流烘箱、强制对流烘箱、微波炉、红外线烘箱等。附加热源包括转窑、激光束、加热辊、加热固体、加热流体、加热气体和过热蒸汽。加热可以是直接或间接的。热源可以以这样的方式提供,该方式使得热量优先供给至衬底材料,或其可以施加于整片地毯。

[0068] 如所述的,地毯上升的最高温度将典型地低于起绒纤维材料的熔融温度,即起绒纤维基本不熔融的温度,以及处于足够高以便至少部分分解衬底材料的温度,即至少一部分衬底材料开始分解的温度。理想地,与起绒纤维材料接触或邻近的至少部分衬底材料将热分解和/或氧化,使得起绒纤维材料其后可以从易碎的衬底材料中充分释放。

[0069] 当衬底材料是例如聚丙烯时,地毯可以在至少175℃,或至少180℃,或至少190℃的温度下处理,以便使得衬底材料至少部分易碎,或至少一部分衬底材料易碎。当起绒纤维材料是聚对苯二甲酸乙二醇酯时,地毯将典型地加热至不高于250℃,或不高于245℃,或不高于243℃的温度,以避免起绒纤维材料大量熔融。

[0070] 为进一步阐述,在一个方面,通过将部分或甚至整捆地毯切碎至适用于容易操作的尺寸来进行本方法。我们注意到在切碎之前无须去除任何打包钢丝(baling wire),因为

可以在切碎之后磁性去除任何钢丝件。

[0071] 切碎可以以各种方式进行,例如使用双轴切碎机,例如SSI或Shred Tech制造的那些,或单轴切碎机,例如Linder或Komptech制造的那些,或造粒机例如Cumberland或Rapid制造的那些,或梳理机或“猫爪(cat's claw)”,例如Southern Mechatronics或Laroche制造的那些。

[0072] 如果需要,切碎尺寸可以低于1平方米,或低于1平方分米,或低于1平方厘米或低于0.5平方厘米。

[0073] 可以例如由铁钉、订书钉、其它含铁污染物等的磁力分离来去除任何铁类污染物。非铁金属污染物可以例如由涡流机(eddy current machine)去除。

[0074] 如果需要,可以任选此时去除细粒,使用筛分、抽吸,或任何其它合适的方法从切碎的材料中去除细粒。细粒将典型地富含来自衬底的碳酸钙,如已经描述的,以及更细的切碎毫无疑问将产生更多的细粒。

[0075] 切碎的地毯可以例如通过造粒机,例如Cumberland或Herbold制造的那些,任选造粒至甚至更小的粒度分布。这些造粒机含有限制最大粒度通过装置的筛网。如果使用,这种造粒机筛网可以具有例如直径小于2英寸,或直径小于1英寸的孔。可以选择所需尺寸,以使起绒纤维材料的释放最大化,同时将起绒纤维的切断减到最少。可以例如通过铁类污染物的磁力分离,非磁性金属的涡流分离,和/或典型地富含来自地毯衬底的碳酸钙的细粒的筛分和/或抽吸去除,任选在粒化后去除污染物。

[0076] 切断的地毯然后在充足的时间下加热达到引起非起绒纤维材料组分变得在冷却时易碎但是低于起绒纤维材料熔点的温度。温度毫无疑问必须仍然足以引起地毯的至少一部分衬底材料热分解。

[0077] 根据本发明,地毯的加热可以以各种方式进行,不论是以间歇或连续方式,以及使用各种热源。

[0078] 在一个方面,地毯的加热可以以间歇方式进行,其中地毯放置在热源内或热源上,例如烘箱或加热的封闭空间。

[0079] 在另一个方面,地毯的加热可以连续进行,其中地毯在各种热源上或在各种热源内输送,所述热源例如装有可移动传送带的烘箱、转窑、加热辊、装有空气加热器的气动输送设备等。地毯片可以保持它们送入设备时的相同取向,或当它们通过加热设备时,它们可以转动或翻转或混合。转动可以由机械装置或气体射流或其它方式实现。片的翻转可以通过从一个传送带排放到另一个传送带上实现,或通过单个传送带中形成“S”弯来实现。加热和混合可以在加热的搅拌机或螺旋式输送机中同时发生。适用于本发明实践的热源因此可以包括静态烘箱、转窑,或具有运送带的烘箱。地毯的加热可以在空气下进行,即不需要特定气氛。另外,加热可以在选择的气氛中进行,以将氧化产物的形成减到最少,导致热解反应和热解产物增加。

[0080] 加热可以在氧气存在下进行,因为衬底材料的一个热分解方式为氧化过程,其中氧气是有利的,以便赋予所需的易碎性。这种加热可以在标准空气中,或例如再循环烟道气中存在的贫氧空气下进行。

[0081] 地毯可以以许多方式在加热设备中取向。在例如移动式输送带上,地毯可以以绒头侧向上或绒头侧向下的方式装载。地毯片可以重叠,或一个叠层在另一个之上。叠层或重

叠的片可以绒头对绒头或绒头对衬底地取向。如果地毯经过单个加热辊,地毯可以基于绒头朝向加热辊或背向加热辊而取向,但是衬底朝向加热辊的取向可是优选的。如果地毯经过两个加热辊,则取向是没关系的,因为一个辊将总是与衬底接触。如果地毯片在使片翻转的例如转窑的设备中加热,或如果地毯片在将片搅拌或混合的设备中加热,则可能地毯片无取向或不需要将地毯片取向。

[0082] 我们注意到,典型地,当起绒纤维材料为聚对苯二甲酸乙二醇酯、尼龙或类似物时,地毯的非起绒纤维部分将变为米黄色、褐色、棕色或黑色,由于存在分解的有机材料而可能散发一些蒸汽或烟雾。如上所述,选择的实际时间和温度将与地毯的组成,特别是起绒纤维材料和衬底材料的组成相关。其它材料,例如胶乳或其它类型的粘合剂等也可能存在,典型地充满无机填料,可选择温度使得这些额外的材料易碎。残留的任何粘合剂和/或无机填料可以使用如在此其它地方描述的任何合适的方法与起绒纤维材料分离。可以由本领域技术人员根据地毯组分选择合适的温度,时间和温度也可能随地毯来源变化而不同,以便获得衬底材料和其它组分与起绒纤维材料的合适的分离。

[0083] 地毯毫无疑问随后被充分冷却,以固化至少一部分熔融的衬底材料部分,使它们更易碎。可接受各种冷却方式,不论是潮湿还是干燥。这些将包括空气,湿润空气,水雾,或液态水。也可使用间接冷却方法,例如冷却辊。热交换设备可用于回收废热。

[0084] 如果后续的尺寸减小步骤将包括潮湿粒化等,则可以将热地毯直接放入液态水中并泵送至尺寸减小设备。

[0085] 冷却后,由任何合适的方法,例如通过将切断的地毯的易碎部分尺寸机械减小至小于其进入该步骤时的平均粒度,将起绒纤维材料从易碎的衬底材料中释放。选项包括锤磨,球磨,棒磨,双辊破碎机,销磨,单轴切碎机,双轴切碎机,四轴切碎机,造粒机,梳理机,纤维梳,纤维“轧棉”,梯形除杂机,空气分级器,自动碾磨磨,纤维清洁机,或能够将易碎颗粒减小至更小尺寸并将其从起绒纤维释放的任何其它设备。

[0086] 我们注意到这种设备将典型地不显著减小起绒纤维材料的尺寸,因为选择了地毯加热到的温度,使得起绒纤维材料保持基本挠性并且不易碎。我们注意到刚刚描述的尺寸减小步骤也用来将易碎衬底材料的附聚体从其附着的起绒纤维材料中释放。然后可以使用任何合适的方法,例如潮湿或干燥法,例如筛分、抽吸、刷毛、梳理、水洗或空气洗涤,将污染物与起绒纤维材料分离。另外,在设备例如风扫连续球磨机中,碾磨和分离步骤可以同时进行。

[0087] 所得起绒纤维材料可以任选加以刷毛或梳理以进一步减少任何附着的污染物,如此做以去除来自天然纤维的毛刺、种子等。任选的漂浮/沉没分离技术可用来进一步减少污染物,由此得益于更大的分解污染物比重对起绒纤维材料比重。泡沫漂浮可以任选用于进一步减少污染物,与破碎的污染物相比,得益于高的多的起绒纤维材料的表面体积比,例如使用微气泡来引起起绒纤维漂浮在水中,同时污染物沉没。

[0088] 此外,为了容易操作和存储,起绒纤维可以任选通过挤出和造粒操作,例如用Gala水下造粒机,或通过压缩造粒,例如使用California制粒机来造粒。起绒纤维可以在装置例如Condux聚结器或管式增密器中附聚。可以将起绒纤维打包或装箱。

[0089] 如将由上述立即理解的,本发明的优点包括与剪切相比,起绒纤维的回收率更高;与简单切碎相比,起绒纤维的质量更高;人工少;使用完整的未拆开的捆;避免大量的手工

切割地毯;避免以特殊的取向剪切和插入(insertion)地毯;运行成本更低;等。

[0090] 本发明进一步涉及根据本发明释放的起绒纤维材料,该起绒纤维材料可以具有多种用途,包括在化学回收工艺,例如醇解、糖酵解或氨解中用作反应物,或原样用作纤维材料,或进一步反应以增加尼龙或聚酯的分子量,视情况而定。

[0091] 任何残留的衬底残留物也可以在许多应用中获得应用。典型地,一旦与起绒纤维材料分离,易碎的衬底材料,或通常衬底残留物,将包含富含碳酸钙的无机填料和将具有大约3,000 BTU每磅的标称BTU值。衬底残留物可以例如与煤炭共混来提供硫捕获和热值。衬底残留物,特别是无机填料,也可以分级并在新的地毯中作为“惰性填料”重新用于胶乳或其它粘合剂中。衬底残留物的无机填料也可以在调节各种流体的pH中获得应用。

实施例

[0092] 对比例1

将尼龙地毯切碎并过筛,以从起绒纤维去除衬底的颗粒。纤维的产率为送入工艺的进料的约50%。起绒纤维产品的组成为75%的尼龙,18%的聚丙烯和7%的灰分。

[0093] 对比例2

将尼龙地毯剪切,以去除起绒纤维,留下包含衬底和一部分起绒纤维的骨架。起绒纤维的产率为送入工艺的进料的约23 wt%,起绒纤维含有约2 wt%的灰分。

[0094] 实施例1

尼龙地毯的试样经过保持在410°F的对流烘箱,总停留时间为5至10分钟,以部分分解地毯衬底。然后将烘箱产品锤磨,以从起绒纤维释放衬底残留物。通过筛分将起绒纤维与大部分衬底残留物分离。然后通过梳理进一步清洁纤维。起绒纤维的产率为约43 wt%,分析该纤维为98%的尼龙。纤维中的残留材料由额外的分解衬底的颗粒组成,其可以已经通过进一步梳理加以去除。

[0095] 实施例2

PET地毯的试样经过保持在455°F的对流烘箱,总停留时间为5分钟,以部分分解地毯衬底材料。然后将烘箱产品锤磨,以从起绒纤维释放衬底残留物。通过筛分将起绒纤维与大部分衬底残留物分离。然后通过梳理进一步清洁纤维。起绒纤维的产率为约67 wt%,分析该纤维为96%的PET。纤维中的残留材料由额外的分解衬底的颗粒组成,其可以已经通过进一步梳理加以去除。

[0096] 实施例3

将另一个PET地毯的试样经过保持在410°F的对流烘箱,总停留时间为10分钟,以部分分解地毯衬底。然后将烘箱产品锤磨,以从起绒纤维释放衬底残留物。通过筛分将起绒纤维与大部分衬底残留物分离。然后通过梳理进一步清洁纤维。起绒纤维的产率为约62 wt%,分析该纤维作为92%的PET。

[0097] 实施例4

将另一个PET地毯的试样在保持在410°F的间歇烘箱中加热,总停留时间为30分钟,以部分分解地毯衬底。然后将烘箱产品球磨,以从起绒纤维释放衬底残留物。通过筛分将起绒纤维与大部分衬底残留物分离。起绒纤维的产率为约55 wt%。

[0098] 实施例5

将PET地毯在保持在420°F的间歇烘箱中加热,总停留时间为10分钟,以部分分解地毯衬底。然后在三刀片的单轴造粒机中将烘箱产品尺寸减小,以从起绒纤维释放衬底残留物。通过筛分将起绒纤维与大部分衬底残留物分离。起绒纤维的产率为约50 wt%。

[0099] 实施例6

将尼龙地毯的试样在保持在410°F的间歇烘箱中加热,总停留时间为25分钟,以部分分解地毯衬底。然后使用两辊碾磨机将烘箱产品尺寸减小,以从起绒纤维释放衬底残留物。通过筛分和抽吸将起绒纤维与大部分衬底残留物分离。起绒纤维的产率为约52 wt%。

[0100] 实施例7

将另一个PET地毯的试样在保持在480°F的间歇烘箱中加热,总停留时间为3分钟,以部分分解地毯衬底。然后使用球磨机将烘箱产品尺寸减小,以从起绒纤维释放衬底残留物。通过筛分和抽吸将起绒纤维与大部分衬底残留物分离。起绒纤维的产率为约58 wt%。

[0101] 实施例8

将另一个PET地毯的试样在保持在440°F的间歇烘箱中加热,总停留时间为6分钟,以部分分解地毯衬底。然后使用球磨机将烘箱产品尺寸减小,以从起绒纤维释放衬底残留物。通过筛分和抽吸将起绒纤维与大部分衬底残留物分离。起绒纤维的产率为约64 wt%。

[0102] 实施例9

使具有黄麻衬底的PET地毯经过保持在455°F的对流烘箱,总停留时间为5分钟,以部分分解地毯衬底。然后将烘箱产品锤磨,以从起绒纤维释放衬底残留物。通过筛分将起绒纤维与大部分衬底残留物分离。然后通过梳理进一步清洁纤维。起绒纤维的产率为约63 wt%,分析该纤维为94%的PET。纤维中的残留材料由额外的分解衬底的颗粒组成,其本来可以通过进一步梳理加以去除。

[0103] 实施例10

将另一个具有Shaw“柔软背材(soft back)”的PET试样经过保持在455°F的对流烘箱,总停留时间为10分钟,以部分分解地毯衬底。然后将烘箱产品球磨,以从起绒纤维释放衬底残留物。通过筛分将起绒纤维与大部分衬底残留物分离。起绒纤维的产率为约58 wt%。

[0104] 实施例11

将尼龙地毯骨架的试样在保持在410°F的间歇烘箱中加热,总停留时间为10分钟,以部分分解地毯衬底。然后将烘箱产品锤磨,以从起绒纤维释放衬底残留物。通过筛分将起绒纤维与大部分衬底残留物分离。起绒纤维的产率为约41 wt%。

[0105] 我们注意到上述实施例使用不同类型的地毯作为进料,可回复纤维的量将根据地毯而不同,例如取决于绒头的厚度。