



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109912834 A

(43)申请公布日 2019.06.21

(21)申请号 201910163977.8

(22)申请日 2019.03.05

(71)申请人 中原工学院

地址 451191 河南省郑州市新郑双湖经济  
技术开发区淮河路1号

(72)发明人 蔺春蕾 潘玮 赵尧敏 崔铁兵

(74)专利代理机构 郑州优盾知识产权代理有限  
公司 41125

代理人 冉珊敏

(51) Int. Cl.

C08J 9/28(2006.01)

C08J 9/26(2006.01)

C08J 3/075(2006.01)

C08L 29/04(2006.01)

C08L 51/06(2006.01)

权利要求书1页 说明书6页

(54)发明名称

一种聚合物微纳米纤维增强聚乙烯醇多孔  
水凝胶的制备方法

(57)摘要

本发明涉及复合材料或高分子多孔水凝胶领域,特别是指一种聚合物微纳米纤维增强聚乙烯醇多孔水凝胶的制备方法。公开了一种聚合物微纳米纤维增强聚乙烯醇多孔水凝胶的制备方法,针对现有聚乙烯醇多孔水凝胶机械强度低的问题,本发明以在聚乙烯醇中原位成形的甲基丙烯酸甘油酯接枝聚乙烯微纳米纤维和聚乙烯醇为主要组成部分,以甘油和聚乙二醇为复合致孔剂,制备聚乙烯醇发泡复合材料,利用复合材料可以互相取长补短、产生协同效应的优点有效的提高了多孔水凝胶的机械性能。本发明运用熔融共混法制备得到的聚合物纳米纤维,具有成本低、条件温和易于控制、原料易得、绿色环保、可工业化大规模生产等优点。

1. 一种聚合物微纳米纤维增强聚乙烯醇多孔水凝胶的制备方法,其特征在于包括以下步骤:

(1) 按重量份称取PVA、丙三醇和聚乙二醇投入高速混合机中,控制混合温度为50℃~70℃,混合均匀后在150℃~180℃用双螺杆挤出机熔融共混并造粒得到增塑PVA颗粒;

(2) 将步骤(1)得到的增塑PVA颗粒与甲基丙烯酸甘油酯接枝聚乙烯粒子按重量份投入高速混合机中,控制混合温度为50℃~70℃,混合均匀后,在160℃~180℃用双螺杆挤出机熔融共混挤出,同时通过牵引装备进行4~12倍拉伸,然后将拉伸过的共混料条切粒,得到共混颗粒;

(3) 将步骤(2)得到的共混颗粒加入到去离子水中,在85℃~95℃温度下搅拌2~4小时直到共混颗粒完全溶解形成均匀的混合溶液;

(4) 将步骤(3)得到的混合溶液于常温放置1~1.5 h,通过循环冷冻/熔融法制备成水凝胶,然后将水凝胶置于去离子水中除去聚乙二醇和丙三醇,获得多孔聚乙烯醇水凝胶。

2. 根据权利要求1所述的聚合物微纳米纤维增强聚乙烯醇多孔水凝胶的制备方法,其特征在于:所述步骤(1)中PVA、丙三醇和聚乙二醇的重量份依次为50~70份、15~25份和15~25份。

3. 根据权利要求1所述的聚合物微纳米纤维增强聚乙烯醇多孔水凝胶的制备方法,其特征在于:所述步骤(1)中PVA为PVA1799或PVA1797,其中PVA1799的聚合度1700、醇解度99%,PVA1797的聚合度1700,醇解度97%;聚乙二醇的分子量为2000、4000或6000。

4. 根据权利要求1所述的聚合物微纳米纤维增强聚乙烯醇多孔水凝胶的制备方法,其特征在于:所述步骤(2)中增塑PVA颗粒与甲基丙烯酸甘油酯接枝聚乙烯粒子的重量份依次为70~95份与5~30份,其中甲基丙烯酸甘油酯接枝聚乙烯为甲基丙烯酸甘油酯接枝高密度聚乙烯或者甲基丙烯酸甘油酯接枝线性低密度聚乙烯,接枝率为0.5~1.2%。

5. 根据权利要求1所述的聚合物微纳米纤维增强聚乙烯醇多孔水凝胶的制备方法,其特征在于:所述步骤(3)中共混颗粒与去离子水的重量份依次为1~2.5份,7.5~9份。

6. 根据权利要求1所述的聚合物微纳米纤维增强聚乙烯醇多孔水凝胶的制备方法,其特征在于:所述步骤(4)中循环冷冻/熔融法采用的冷冻温度为-18℃至-20℃,熔融温度为室温,循环次数3~7次。

## 一种聚合物微纳米纤维增强聚乙烯醇多孔水凝胶的制备方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及复合材料或高分子多孔水凝胶领域,特别是指一种聚合物微纳米纤维增强聚乙烯醇多孔水凝胶的制备方法。

### 背景技术

[0002] 水凝胶是一种功能高分子材料,由三维网络结构的高分子和充塞其网链间隙中的水分子介质构成。水凝胶柔软而富有弹性,可在水中溶胀,且能对外界微小的刺激产生显著的应答,具有智能性,故近年来引起了广泛研究。研究主要集中在新型水凝胶的制备及新的水凝胶应用领域。水凝胶应用广泛,可用作药物控制释放材料、组织填充材料、人工软骨、化学阀、调光材料、生物传感器、组织培养等。聚乙烯醇是一种由聚醋酸乙烯酯水解而成的,且分子链上含有大量极性羟基的水溶性聚合物。聚乙烯醇(PVA)水凝胶具有良好的润滑、摩擦、高弹性能,良好的生物相容性、化学稳定性、生物可降解性,是生物医学和组织工程中有发展前景的组织替代和修复材料。但是,将单组分PVA水凝胶用于人工软骨修复等材料时,其力学性能、溶胀性能、生物相容性等诸多性质还不能满足医用材料的要求。PVA水凝胶可以用水做成孔剂,无需担心残留问题,但只有低浓度的PVA水溶液经过冷冻解冻法制备的PVA水凝胶有孔结构,且孔径小(一般只有几微米),高浓度的PVA水溶液中的水在冷冻过程中倾向于生成超冷水,制成的PVA水凝胶中无孔洞生成,使得PVA水凝胶的高强度和多孔结构不能并存。

[0003] 目前两种或多种聚合物相复合已日益成为新的生物材料的发展方向,复合材料往往拥有单一聚合物材料所不具备的优良性能。高分子的共混和合金是改善塑料性能的有效的方法之一,共混物中分散相形态又是影响材料最终力学性能的重要因素,纤维的形态更有利于分散向传递载荷达到增强的目的。当纤维的直径小到亚微米或纳米量级时,纤维就表现出一系列奇异的特性,如:具有极大比表面积,导致表面能和活性增大,从而产生了表面效应、量子尺寸效应、小尺寸效应等。另外,纳米纤维在柔性及力学性能等方面也具有惊人特性。由于纳米纤维在多方面表现出了特异性和多领域中的应用,越来越多的研究者开始关注和研究纳米纤维。纳米复合凝胶是将纳米尺寸分散在水凝胶中形成的复合材料。因为它不仅保持了纳米材料本身的功能性质,而且还将明显改善水凝胶的物理机械性能、热稳定性。

[0004] 原位成纤是一种在加工过程中,两种热力学不相容且具有不同熔点的聚合物在其熔点以上的温度下拉伸,分散相在拉伸流场和剪切流场的共同作用下形成具有一定长径比的微纤,原位形成一种纤维增强材料的方法。聚乙烯(PE)由于成本低、易加工、机械性能优良等特点在聚合物材料中占有十分重要的地位,但其非极性和表面惰性限制了其应用范围。对聚乙烯进行接枝改性,在非极性的分子链上引入极性或功能型基团,有利于改善高分子材料与极性材料的界面亲和性,从而制备性能优良的高分子合金。当采用甲基丙烯酸缩水甘油酯(GMA)接枝改性PE时,GMA分子中含有强活性基团,可以在共混体系中而提高接枝物与极性高聚物的相容性。本专利首先采用熔融挤出、拉伸的方法使甲基丙烯酸甘油酯接

枝聚乙烯在PVA中形成原位微纤,然后利用这种原位微纤复合材料制备聚乙烯醇多孔水凝胶,在多孔水凝胶中微纤结构得到保留对基体起到增强作用。

## 发明内容

[0005] 本发明的目的在于提供一种高强度PVA多孔水凝胶的制备方法,公开了一种聚合物微纳米纤维增强聚乙烯醇多孔水凝胶的制备方法,针对现有聚乙烯醇多孔水凝胶机械强度低的问题,本发明以在聚乙烯醇中原位成形的甲基丙烯酸甘油酯接枝聚乙烯微纳米纤维和聚乙烯醇为主要组成部分,以甘油和聚乙二醇为复合致孔剂,制备聚乙烯醇发泡复合材料,利用复合材料可以互相取长补短、产生协同效应的优点有效的提高了多孔水凝胶的机械性能。

[0006] 本发明的技术方案是这样实现的:

一种聚合物微纳米纤维增强聚乙烯醇多孔水凝胶的制备方法,包括以下步骤:

(1) 按重量份称取PVA、丙三醇和聚乙二醇投入高速混合机中,控制混合温度为50℃~70℃,混合均匀后在150℃~180℃用双螺杆挤出机熔融共混并造粒得到增塑PVA颗粒;

(2) 将步骤(1)得到的增塑PVA颗粒与甲基丙烯酸甘油酯接枝聚乙烯粒子按重量份投入高速混合机中,控制混合温度为50℃~70℃,混合均匀后,在160℃~180℃用双螺杆挤出机熔融共混挤出,同时通过牵引装备进行4~12倍拉伸,然后将拉伸过的共混料条切粒,得到共混颗粒;

(3) 将步骤(2)得到的共混颗粒加入到去离子水中,在85℃~95℃温度下搅拌2~4小时直到共混颗粒完全溶解形成均匀的混合溶液;

(4) 将步骤(3)得到的混合溶液于常温放置1~1.5 h,通过循环冷冻/熔融法制备成水凝胶,然后将水凝胶置于去离子水中除去聚乙二醇和丙三醇,获得多孔聚乙烯醇水凝胶。

[0007] 所述步骤(1)中PVA、丙三醇和聚乙二醇的重量份依次为50~70份、15~25份和15~25份。

[0008] 所述步骤(1)中PVA为PVA1799或PVA1797,其中PVA1799的聚合度1700、醇解度99%,PVA1797的聚合度1700,醇解度97%;聚乙二醇的分子量为2000、4000或6000。

[0009] 所述步骤(2)中增塑PVA颗粒与甲基丙烯酸甘油酯接枝聚乙烯粒子的重量份依次为70~95份与5~30份,其中甲基丙烯酸甘油酯接枝聚乙烯为甲基丙烯酸甘油酯接枝高密度聚乙烯或者甲基丙烯酸甘油酯接枝线性低密度聚乙烯,接枝率为0.5~1.2%。

[0010] 所述步骤(3)中共混颗粒与去离子水的重量份依次为1~2.5份,7.5~9份。

[0011] 所述步骤(4)中循环冷冻/熔融法采用的冷冻温度为-18℃至-20℃,熔融温度为室温,循环次数3~7次。

[0012] 本发明的有益效果在于:

1. 本发明以首先以甲基丙烯酸甘油酯接枝聚乙烯和经过增塑的PVA为原料,通过双螺杆挤出、拉伸制备以PVA为基体,甲基丙烯酸甘油酯接枝聚乙烯为分散相的复合材料,在此过程中由于受到连续相施加的剪切、拉伸等作用,甲基丙烯酸甘油酯接枝聚乙烯在PVA基体中形成原位微纤;然后将甲基丙烯酸甘油酯接枝聚乙烯/PVA复合材料在水中溶解制备甲基丙烯酸甘油酯接枝聚乙烯/PVA复合多孔水凝胶,在此过程中PVA溶于水而甲基丙烯酸甘油酯接枝聚乙烯不溶解,这使分散相甲基丙烯酸甘油酯接枝聚乙烯的微纳米纤维结构得以保

持而达到原位增强的目的。同时,PVA与甲基丙烯酸甘油酯接枝聚乙烯之间有氢键作用,增加了两者之间的相容性,可以使甲基丙烯酸甘油酯接枝聚乙烯微纤在聚乙烯醇基体中分散均匀,而且微纤直径可以达到纳米级别,有效的提高了聚乙烯醇多孔水凝胶的机械性能。这种多孔水凝胶可以应用于饮品、食品、酿造、制药、化学化工、污水处理、环境保护等行业,满足澄清净化、固液分离、过滤回收体系中更高技术条件的要求。

[0013] 本发明运用熔融共混法制备得到的聚合物纳米纤维,具有成本低、条件温和易于控制、原料易得、绿色环保、可工业化大规模生产等优点。

### 具体实施方式

[0014] 下面将结合本发明实施例,对本发明的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有付出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

#### [0015] 实施例1

本实施例的一种聚合物微纳米纤维增强聚乙烯醇多孔水凝胶的制备方法,包括以下步骤:

将770克聚乙烯醇(PVA1797)、180克丙三醇、50克聚乙二醇(分子量为6000)投入到高速混合机中,控制混合温度在70℃,混合均匀;采用常规方法在175℃用双螺杆挤出机熔融共混并造粒,得到增塑聚乙烯醇颗粒。取750克增塑聚乙烯醇与250克甲基丙烯酸甘油酯接枝高密度聚乙烯投入到高速混合机中,控制混合温度在70℃,混合均匀;在190℃用双螺杆挤出机熔融共混挤出,同时通过牵引装备进行9倍拉伸,然后将拉伸过的共混料条切粒。

[0016] 将共混颗粒加入到去离子水中,其中共混颗粒10克,去离子水90克,在85℃温度下搅拌4小时直到共混颗粒完全溶解形成均匀溶液。混合溶液于常温放置1h;通过循环冷冻/熔融法制备成胶,其中冷冻温度为-20℃,熔融温度为室温,循环次数3次;将制备好的水凝胶在去离子水中除去聚乙二醇和丙三醇,得甲基丙烯酸甘油酯接枝聚乙烯纳米纤维/PVA复合多孔水凝胶。此多孔水凝胶的拉伸强度为1.1 MPa。

#### [0017] 实施例2

本实施例的一种聚合物微纳米纤维增强聚乙烯醇多孔水凝胶的制备方法,包括以下步骤:

将790克聚乙烯醇(PVA1797)、150克丙三醇、60克聚乙二醇(分子量为4000)投入到高速混合机中,控制混合温度在70℃,混合均匀;采用常规方法在164℃用双螺杆挤出机熔融共混并造粒,得到增塑聚乙烯醇颗粒。取870克增塑聚乙烯醇与130克甲基丙烯酸甘油酯接枝高密度聚乙烯投入到高速混合机中,控制混合温度在70℃,混合均匀;在185℃用双螺杆挤出机熔融共混挤出,同时通过牵引装备进行10倍拉伸,然后将拉伸过的共混料条切粒。

[0018] 取12克共混颗粒加入到88克去离子水中,在88℃温度下搅拌3.5小时直到聚乙烯醇完全溶解形成均匀溶液,混合溶液于常温放置1.5 h;通过循环冷冻/熔融法制备成胶,其中冷冻温度为-18℃,熔融温度为室温,循环次数4次;将制备好的水凝胶在去离子水中除去聚乙二醇和丙三醇,得甲基丙烯酸甘油酯接枝聚乙烯纳米纤维/PVA复合多孔水凝胶。此多孔水凝胶的拉伸强度为1.4 MPa。

**[0019] 实施例3**

本实施例的一种聚合物微纳米纤维增强聚乙烯醇多孔水凝胶的制备方法,包括以下步骤:

将740克聚乙烯醇(PVA1799),200克丙三醇,60克聚乙二醇(分子量为2000)投入到高速混合机中,控制混合温度在55℃,混合均匀;在170℃用双螺杆挤出机熔融共混并造粒,得到增塑聚乙烯醇颗粒。取840克增塑PVA与160克甲基丙烯酸甘油酯接枝线性低密度聚乙烯投入到高速混合机中,控制混合温度在70℃,混合均匀;在184℃用双螺杆挤出机熔融共混挤出,同时通过牵引装备进行7倍拉伸,然后将拉伸过的共混料条切粒。

[0020] 取15克共混颗粒加入到85克去离子水中,在87℃温度下搅拌4小时直到聚乙烯醇完全溶解形成均匀溶液,混合溶液于常温放置1.2 h;通过循环冷冻/熔融法制备成胶,其中冷冻温度为-19℃,熔融温度为室温,循环次数7次;将制备好的水凝胶在去离子水中除去聚乙二醇和丙三醇,得甲基丙烯酸甘油酯接枝聚乙烯纳米纤维/PVA复合多孔水凝胶。此多孔水凝胶的拉伸强度为2.1MPa。

**[0021] 实施例4**

本实施例的一种聚合物微纳米纤维增强聚乙烯醇多孔水凝胶的制备方法,包括以下步骤:

将700克聚乙烯醇(PVA1799),200克丙三醇,100克聚乙二醇(分子量为6000)投入到高速混合机中,控制混合温度在70℃,混合均匀;在180℃用双螺杆挤出机熔融共混并造粒,得到增塑聚乙烯醇颗粒。取900克增塑PVA与100克甲基丙烯酸甘油酯接枝高密度聚乙烯投入到高速混合机中,控制混合温度在70℃,混合均匀;在180℃用双螺杆挤出机熔融共混挤出,同时通过牵引装备进行6倍拉伸,然后将拉伸过的共混料条切粒。

[0022] 取17克共混颗粒加入到83克去离子水中,在95℃温度下搅拌2小时直到聚乙烯醇完全溶解形成均匀溶液;混合溶液于常温放置1.3 h;通过循环冷冻/熔融法制备成胶,其中冷冻温度为-20℃,熔融温度为室温,循环次数7次;将制备好的水凝胶在去离子水中除去聚乙二醇和丙三醇,得甲基丙烯酸甘油酯接枝聚乙烯纳米纤维/PVA复合多孔水凝胶。此多孔水凝胶的拉伸强度为2.0MPa。

**[0023] 实施例5**

本实施例的一种聚合物微纳米纤维增强聚乙烯醇多孔水凝胶的制备方法,包括以下步骤:

将800克聚乙烯醇(PVA1797),150克丙三醇,50克聚乙二醇(分子量为4000)投入到高速混合机中,控制混合温度在70℃,混合均匀;采用常规方法在165℃用双螺杆挤出机熔融共混并造粒,得到增塑聚乙烯醇颗粒。取850克增塑聚乙烯醇与150克甲基丙烯酸甘油酯接枝高密度聚乙烯投入到高速混合机中,控制混合温度在70℃,混合均匀;在180℃用双螺杆挤出机熔融共混挤出,同时通过牵引装备进行8倍拉伸,然后将拉伸过的共混料条切粒。

[0024] 取25克共混颗粒加入到75克去离子水中,在95℃温度下搅拌4小时直到聚乙烯醇完全溶解形成均匀溶液,混合溶液于常温放置1.3 h;通过循环冷冻/熔融法制备成胶,其中冷冻温度为-20℃,熔融温度为室温,循环次数7次;将制备好的水凝胶在去离子水中除去聚乙二醇和丙三醇,得甲基丙烯酸甘油酯接枝聚乙烯纳米纤维/PVA复合多孔水凝胶。此多孔水凝胶的拉伸强度为2.4MPa。

**[0025] 实施例6**

本实施例的一种聚合物微纳米纤维增强聚乙烯醇多孔水凝胶的制备方法,包括以下步骤:

将750克聚乙烯醇(PVA1797),150克丙三醇,100克聚乙二醇(分子量6000)投入到高速混合机中,控制混合温度在50℃,混合均匀;采用常规方法在170℃用双螺杆挤出机熔融共混并造粒,得到增塑聚乙烯醇颗粒。取850克增塑PVA与150克甲基丙烯酸甘油酯接枝线性低密度聚乙烯投入到高速混合机中,控制混合温度在50℃,混合均匀;在180℃用双螺杆挤出机熔融共混挤出,同时通过牵引装备进行10倍拉伸,然后将拉伸过的共混料条切粒。

[0026] 取16克共混颗粒加入到84克去离子水中,在92℃温度下搅拌3小时直到聚乙烯醇完全溶解形成均匀溶液。混合溶液于常温放置1.4 h;通过循环冷冻/熔融法制备成胶,其中冷冻温度为-20℃,熔融温度为室温,循环次数6次;将制备好的水凝胶在去离子水中除去聚乙二醇和丙三醇,得甲基丙烯酸甘油酯接枝聚乙烯纳米纤维/PVA复合多孔水凝胶。此多孔水凝胶的拉伸强度为1.9MPa。

**[0027] 实施例7**

本实施例的一种聚合物微纳米纤维增强聚乙烯醇多孔水凝胶的制备方法,包括以下步骤:

将720克聚乙烯醇(PVA1799),200克丙三醇,80克聚乙二醇(分子量4000)投入到高速混合机中,控制混合温度在70℃,混合均匀;采用常规方法在160℃用双螺杆挤出机熔融共混并造粒,得到增塑聚乙烯醇颗粒。取950克增塑聚乙烯醇与50克甲基丙烯酸甘油酯接枝高密度聚乙烯投入到高速混合机中,控制混合温度在70℃,混合均匀;在170℃用双螺杆挤出机熔融共混挤出,同时通过牵引装备进行4倍拉伸,然后将拉伸过的共混料条切粒。

[0028] 取11克共混颗粒加入到89克去离子水中,在88℃温度下搅拌4小时直到聚乙烯醇完全溶解形成均匀溶液;混合溶液于常温放置1.3 h;通过循环冷冻/熔融法制备成胶,其中冷冻温度为-20℃,熔融温度为室温,循环次数5次;将制备好的水凝胶在去离子水中除去聚乙二醇和丙三醇,得甲基丙烯酸甘油酯接枝聚乙烯纳米纤维/PVA复合多孔水凝胶。此多孔水凝胶的拉伸强度为1.7MPa。

**[0029] 实施例8**

本实施例的一种聚合物微纳米纤维增强聚乙烯醇多孔水凝胶的制备方法,包括以下步骤:

将760克聚乙烯醇(PVA1797),180克丙三醇,60克聚乙二醇(分子量2000)投入到高速混合机中,控制混合温度在60℃,混合均匀;采用常规方法在170℃用双螺杆挤出机熔融共混并造粒,得到增塑聚乙烯醇颗粒。取700克增塑聚乙烯醇与300克甲基丙烯酸甘油酯接枝线性低密度聚乙烯投入到高速混合机中,控制混合温度在70℃,混合均匀;在190℃用双螺杆挤出机熔融共混挤出,同时通过牵引装备进行12倍拉伸,然后将拉伸过的共混料条切粒。

[0030] 取22克共混颗粒加入到78克去离子水中,在92℃温度下搅拌3.5小时直到聚乙烯醇完全溶解形成均匀溶液,混合溶液于常温放置1.5 h;通过循环冷冻/熔融法制备成胶,其中冷冻温度为-20℃,熔融温度为室温,循环次数7次;将制备好的水凝胶在去离子水中除去聚乙二醇和丙三醇,得甲基丙烯酸甘油酯接枝聚乙烯纳米纤维/PVA复合多孔水凝胶。此多孔水凝胶的拉伸强度为2.0MPa。

[0031] 实施例9

本实施例的一种聚合物微纳米纤维增强聚乙烯醇多孔水凝胶的制备方法,包括以下步骤:

将730克聚乙烯醇(PVA1799),200克丙三醇,70克聚乙二醇(分子量4000)投入到高速混合机中,控制混合温度在60℃,混合均匀;采用常规方法在150℃用双螺杆挤出机熔融共混并造粒,得到增塑聚乙烯醇颗粒。取875克增塑聚乙烯醇与125克甲基丙烯酸甘油酯接枝高密度聚乙烯投入到高速混合机中,控制混合温度在70℃,混合均匀;在180℃用双螺杆挤出机熔融共混挤出,同时通过牵引装备进行7倍拉伸,然后将拉伸过的共混料条切粒。

[0032] 取18克共混颗粒加入到82克去离子水中,在92℃温度下搅拌3小时直到聚乙烯醇完全溶解形成均匀溶液;混合溶液于常温放置1.0 h;通过循环冷冻/熔融法制备成胶,其中冷冻温度为-20℃,熔融温度为室温,循环次数3次;将制备好的水凝胶在去离子水中除去聚乙二醇和丙三醇,得甲基丙烯酸甘油酯接枝聚乙烯纳米纤维/PVA复合多孔水凝胶。此多孔水凝胶的拉伸强度为1.3MPa。

[0033] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。