



## (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107415343 A

(43)申请公布日 2017. 12. 01

(21)申请号 201710784953.5

C08K 3/36(2006.01)

(22)申请日 2017.09.04

C08L 71/02(2006.01)

(71)申请人 天津工业大学

C08G 101/00(2006.01)

地址 300387 天津市西青区宾水西道399号

(72)发明人 吴利伟 王晶 姜茜 林佳弘

楼静文 李婷婷 彭浩凯

(74)专利代理机构 天津翰林知识产权代理事务  
所(普通合伙) 12210

代理人 王瑞

(51)Int. Cl.

B32B 5/02(2006.01)

B32B 27/12(2006.01)

B32B 27/40(2006.01)

B32B 3/08(2006.01)

C08G 18/48(2006.01)

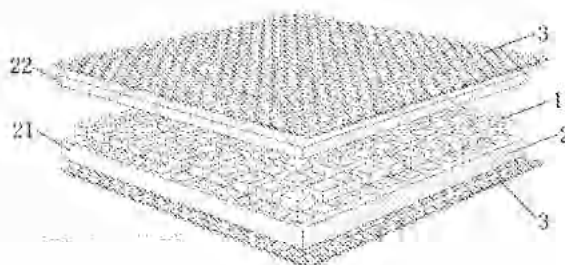
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

### (54)发明名称

一种多层柔性缓冲夹芯材料及其制备方法

### (57)摘要

本发明公开了一种多层柔性缓冲夹芯材料及其制备方法。该材料包括结构支撑层和覆盖保护层;所述结构支撑层是由结构支撑层主体和结构支撑层顶盖构成,采用一步法经过两次发泡形成的软式聚氨酯发泡结构;第一次发泡形成结构支撑层主体,其内部具有缓冲区域;所述缓冲区域由若干个缓冲单元按一定形态方式排布在结构支撑层的内部;所述缓冲单元内填充剪切增稠流体;第二次发泡形成结构支撑层顶盖,发泡过程中结构支撑层顶盖与结构支撑层主体结合形成结构支撑层;所述覆盖保护层是以天然纤维或合成纤维为原料得到的一种或几种混纺织物,通过热压的方式将其置于结构支撑层的上下两面。该材料具有良好的防护缓冲性能,还具有轻便、舒适、灵活的特点。



1. 一种多层柔性缓冲夹芯材料, 其特征在于该材料包括结构支撑层和覆盖保护层;

所述结构支撑层是由结构支撑层主体和结构支撑层顶盖构成, 采用一步法经过两次发泡形成的软式聚氨酯发泡结构; 第一次发泡形成结构支撑层主体, 其内部具有缓冲区域; 所述缓冲区域由若干个缓冲单元按一定形态方式排布在结构支撑层的内部; 所述缓冲单元内填充剪切增稠流体; 第二次发泡形成结构支撑层顶盖, 发泡过程中结构支撑层顶盖与结构支撑层主体结合形成结构支撑层;

所述覆盖保护层是以天然纤维或合成纤维为原料得到的一种或几种混纺织物, 通过热压的方式将其置于结构支撑层的上下两面。

2. 根据权利要求1所述的多层柔性缓冲夹芯材料, 其特征在于材料的整体厚度为5mm-50mm。

3. 根据权利要求1所述的多层柔性缓冲夹芯材料, 其特征在于结构支撑层的发泡密度为 $0.12\text{g}/\text{cm}^3$ - $0.2\text{g}/\text{cm}^3$ 。

4. 根据权利要求1所述的多层柔性缓冲夹芯材料, 其特征在于缓冲单元的体积为 $8$ - $1000\text{mm}^3$ ; 所述缓冲区域的体积占整个材料体积的12%-40%。

5. 根据权利要求1所述的多层柔性缓冲夹芯材料, 其特征在于所述缓冲单元的截面为长方形、三角形、六边形或者圆形; 当缓冲单元的截面为长方形或者圆形时, 缓冲单元按阵列方式排布在结构支撑层的内部, 形成缓冲区域; 当缓冲单元的截面为三角形或六边形时, 缓冲单元按错层方式排布在结构支撑层的内部, 形成缓冲区域。

6. 一种多层柔性缓冲夹芯材料的制备方法, 其特征在于该方法包括以下步骤:

A、剪切增稠流体的制备:

(1) 根据缓冲区域的体积计算出剪切增稠流体总质量;

(2) 将质量为剪切增稠流体总质量12-45%的纳米二氧化硅干燥;

(3) 称取聚乙二醇, 在300~500r/min的搅拌速度下将纳米二氧化硅缓慢加入聚乙二醇中, 直至加料完成; 整个搅拌时间为5h-6h;

(4) 进行超声波振荡;

(5) 干燥脱泡, 得到剪切增稠流体;

B、结构支撑层的制备:

(1) 结构支撑层主体的制备: 在18~25℃下, 将聚醚多元醇和多元异氰酸酯按照质量比1-3:1-2在800~1600r/min的搅拌速度下搅拌5s-30s, 再倒入特定模具中发泡5-40min, 形成具有缓冲单元的结构支撑层主体;

(2) 结构支撑层顶盖的制备: 将步骤A得到的剪切增稠流体倒入结构支撑层主体中, 然后再放入另一特定模具中; 在18~25℃下, 将聚醚多元醇和多元异氰酸酯按照质量比1-3:1-2在800~1600r/min的搅拌速度下搅拌5s-30s, 再倒入此特定模具中发泡5-40min, 形成结构支撑层顶盖, 并且发泡过程中结构支撑层顶盖与结构支撑层主体结合形成结构支撑层, 从而将剪切增稠流体封存于结构支撑层;

C、多层复合: 在结构支撑层的上下两面各加一层覆盖保护层, 热压粘合, 得到多层柔性缓冲夹芯材料。

7. 根据权利要求1所述的多层柔性缓冲夹芯材料的制备方法, 其特征在于在步骤A中使用040ST型号的超声波震荡器振荡, 振荡强度为最高档, 振荡时间为10-60min; 纳米二氧化

硅的粒径为10nm-100nm。

8. 根据权利要求1所述的多层柔性缓冲夹芯材料的制备方法,其特征在于在步骤B中搅拌速度为1300rpm-1400rpm,搅拌时间为10s,发泡时间为20min-30min。

9. 根据权利要求1所述的多层柔性缓冲夹芯材料的制备方法,其特征在于在步骤C中热压温度为130℃,热压时间为120s。

## 一种多层柔性缓冲夹芯材料及其制备方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及纺织复合材料领域,具体是一种多层柔性缓冲夹芯材料及其制备方法。

### 背景技术

[0002] 科技的发展提高了人类的生活水平,这也促使人们对防护材料提出更高的性能要求。目前防护材料主要包括:1.硬质材料,主要是高强度高质量比的金属(如铝合金、钛镁合金等)或高轧制合金材料。2.软质材料,如聚氨酯发泡材料、高性能纤维(如Kevlar)织物。3.非金属复合材料,该类防护材料以高性能纤维织物为基础,对纤维进行二次处理,如进行涂覆或浸渍剪切增稠流体处理,然后通过双辊机除去多余液体后烘干,虽然在织物表面等到保留,但其含量始终偏低。

[0003] 剪切增稠是指体系受到剪切力作用时其粘度发生快速剧烈及非线性增加的现象,其主要原理是某种材料在不受剪切或冲击力作用时,分散相粒子和分散介质由于氢键作用形成网状结构,分散相粒子间互不干扰,在其受到剪切和冲击力作用时,网状结构随之解体,分散相粒子形成粒子簇,降低材料流动性能,粘度迅速增加,达到一种类固体状态,有时是不连续的增加,并且此过程可逆。该类材料在吸收冲击能量,降低冲击损伤方面有着重大意义。

[0004] 软式聚氨酯是由多异氰酸酯和多元醇在助剂的作用下发泡而成的具有良好回弹性能、柔软舒适的泡沫塑料。在所有聚氨酯制品中,聚氨酯软泡的用量居首位。聚氨酯软泡密度低、手感和回弹性较好,具有相对较高的损耗因子,在受到外界冲击或振动作用时,能有效地吸收能量,削弱外界冲击力,且本身具有很好的变形恢复性。因此被广泛应用于交通运输、体育运动以及人们的日常生活等多个方面的抗冲击防护性材料中。

[0005] 综上所述,目前现有技术中存在以下问题:

[0006] 1、软式聚氨酯受其体积的限制,抗冲击能力有限。在保证一定缓冲吸能时必须增加很厚的聚氨酯层,很难保证缓冲材料的尺寸,并且其剪切韧性差,容易造成撕裂破坏;

[0007] 2、剪切增稠流体由于正常状态下表现为流体状态,受重力影响,难以长期固定在防护材料内部,并且液体渗漏等问题同样影响防护材料长期使用。

[0008] 3、剪切增稠流体具有独特剪切增稠的效果,常用的方法是將织物浸泡于剪切增稠流体中,但是具体使用存在两个问题:1.湿的状态下人无法穿着;2.干的状态下剪切增稠效果降低,无法达到防护效果。剪切增稠流体浸渍在织物上时,并未很好地体现其在高速冲击作用下由液态向固态转变的过程,所以应在不影响其实际作用机理的前提下,让其在材料中以液态的形式贮存。

### 发明内容

[0009] 针对现有技术的不足,本发明解决所述技术问题的技术方案是,提供一种多层柔性缓冲夹芯材料及其制备方法。该方法简单,便于操作,与一般防护缓冲材料的制备工艺相

比,降低了生产成本,使得产品的大规模工业化生产成为可能。利用该方法制备的材料具有良好的防护缓冲性能,还具有轻便、舒适、灵活的特点,能广泛应用于汽车内饰、包装内衬以及人体的运动防护装备。

[0010] 本发明解决所述材料技术问题的技术方案是,提供一种多层柔性缓冲夹芯材料,其特征在于该材料包括结构支撑层和覆盖保护层;

[0011] 所述结构支撑层是由结构支撑层主体和结构支撑层顶盖构成,采用一步法经过两次发泡形成的软式聚氨酯发泡结构;第一次发泡形成结构支撑层主体,其内部具有缓冲区域;所述缓冲区域由若干个缓冲单元按一定形态方式排布在结构支撑层的内部;所述缓冲单元内填充剪切增稠流体;第二次发泡形成结构支撑层顶盖,发泡过程中结构支撑层顶盖与结构支撑层主体结合形成结构支撑层;

[0012] 所述覆盖保护层是以天然纤维或合成纤维为原料得到的一种或几种混纺织物,通过热压的方式将其置于结构支撑层的上下两面。

[0013] 本发明解决所述方法技术问题的技术方案是,提供一种多层柔性缓冲夹芯材料的制备方法,其特征在于该方法包括以下步骤:

[0014] A、剪切增稠流体的制备:

[0015] (1) 根据缓冲区域的体积计算出剪切增稠流体总质量;

[0016] (2) 将质量为剪切增稠流体总质量12-45%的纳米二氧化硅干燥;

[0017] (3) 称取聚乙二醇,在300~500r/min的搅拌速度下将纳米二氧化硅缓慢加入聚乙二醇中,直至加料完成;整个搅拌时间为5h-6h;

[0018] (4) 进行超声波振荡;

[0019] (5) 干燥脱泡,得到剪切增稠流体;

[0020] B、结构支撑层的制备:

[0021] (1) 结构支撑层主体的制备:在18~25℃下,将聚醚多元醇和多元异氰酸酯按照质量比1-3:1-2在800~1600r/min的搅拌速度下搅拌5s-30s,再倒入特定模具中发泡5-40min,形成具有缓冲单元的结构支撑层主体;

[0022] (2) 结构支撑层顶盖的制备:将步骤A得到的剪切增稠流体倒入结构支撑层主体中,然后再放入另一特定模具中;在18~25℃下,将聚醚多元醇和多元异氰酸酯按照质量比1-3:1-2在800~1600r/min的搅拌速度下搅拌5s-30s,再倒入此特定模具中发泡5-40min,形成结构支撑层顶盖,并且发泡过程中结构支撑层顶盖与结构支撑层主体结合形成结构支撑层,从而将剪切增稠流体封存于结构支撑层;

[0023] C、多层复合:在结构支撑层的上下两面各加一层覆盖保护层,热压粘合,得到多层柔性缓冲夹芯材料。

[0024] 与现有技术相比,本发明有益效果在于:

[0025] (1) 该材料克服了传统防护材料坚硬密实,笨重且不灵活的缺点,轻便、柔软,可以用于任意曲面及关节变形部位进行贴合覆盖,保证关节部位可进行灵活变形,并提供良好的舒适性和透气性,使其具有应用于人体防护材料的可行性。

[0026] (2) 将剪切增稠流体按照一定空间结构包裹于软式聚氨酯内部形成内部芯材,改变了以往剪切增稠流体在防护材料中的贮存形式,从浸渍或涂层的附着形式转变为完全液体的形式,不仅可以把剪切增稠流体完好密封,不聚集,克服了现有涂覆防护材料剪切增稠

流体含量低、难以长期保存,烘干后效果不明显等缺陷,更结合剪切增稠流体在高速冲击作用时流-固转化特性与软式聚氨酯高弹性体特性,使其在低、高速冲击作用时均具有优良吸能缓冲效应。

[0027] (3) 两侧覆盖保护层的存在,兼具缓冲吸能的同时进一步提升内部芯材剪切韧性及抗尖锐物撕裂能力,使其具有优良的静力学及保形性能。

[0028] (4) 对于非破坏性冲击后,织物、聚氨酯在弹性作用下回复初始形态,剪切增稠流体从固态转回流体,克服其他防护材料在冲击作用后的不可逆缺陷,在非极端条件下,可反复使用,更好的延长使用寿命。

[0029] (5) 该方法能够有效地结合剪切增稠流体、软式聚氨酯和织物三者的优势,实现优劣势互补,按照特定空间结构形态进行组合,将剪切增稠流体作为“芯材”均匀分散保留到聚氨酯支撑结构内部,并在上下表面添加高性能织物进一步提升其撕裂韧性及冲击吸能性能,进而设计出一种柔软、坚韧、易变形且具有良好缓冲吸能效果的夹芯材料。

[0030] (6) 该方法简单,便于操作,与一般防护缓冲材料的制备工艺相比,降低了生产成本,使得产品的大规模工业化生产成为可能。利用该方法制备的材料具有良好的防护缓冲性能,还具有轻便、舒适、灵活的特点,能广泛应用于汽车内饰、包装内衬以及人体的运动防护装备。

## 附图说明

[0031] 图1为本发明多层柔性缓冲夹芯材料及其制备方法实施例1的材料结构示意图;

[0032] 图2为本发明多层柔性缓冲夹芯材料及其制备方法实施例2的材料结构示意图;

[0033] 图3为本发明多层柔性缓冲夹芯材料及其制备方法实施例3的材料结构示意图;

[0034] 图4为本发明多层柔性缓冲夹芯材料及其制备方法实施例4的材料结构示意图;(图中:1、缓冲单元;2、结构支撑层;3、覆盖保护层;21、结构支撑层主体;22、结构支撑层顶盖)

## 具体实施方式

[0035] 下面给出本发明的具体实施例。具体实施例仅用于进一步详细说明本发明,不限制本申请权利要求的保护范围。

[0036] 本发明提供了一种多层柔性缓冲夹芯材料(参见图1-4,简称材料),其特征在于该材料包括结构支撑层2和覆盖保护层3;

[0037] 所述结构支撑层2是由结构支撑层主体21和结构支撑层顶盖22构成,采用一步法经过两次发泡形成的软式聚氨酯发泡结构;第一次发泡形成结构支撑层主体21,其内部具有缓冲区域;所述缓冲区域由若干个缓冲单元1按一定形态方式排布在结构支撑层2的内部;第二次发泡形成结构支撑层顶盖22,发泡过程中结构支撑层顶盖22与结构支撑层主体21结合形成结构支撑层2;发泡密度为 $0.12\text{g}/\text{cm}^3$ - $0.2\text{g}/\text{cm}^3$ ;

[0038] 所述覆盖保护层3是以天然纤维或合成纤维为原料得到的一种或几种混纺织物,起到保护结构支撑层2,增加舒适性的作用,通过热压的方式将其置于结构支撑层2的上下两面。

[0039] 所述缓冲单元1内填充剪切增稠流体,截面为长方形、三角形、六边形或者圆形,体

积为 $8\sim 4000\text{mm}^3$ ;所述缓冲区域的体积占整个材料体积的 $12\%\sim 40\%$ ;当缓冲单元1的截面为长方形或者圆形时,缓冲单元1按阵列方式排布在结构支撑层2的内部,形成缓冲区域;当缓冲单元1的截面为三角形或六边形时,缓冲单元1按错层方式排布在结构支撑层2的内部,形成缓冲区域;

[0040] 所述结构支撑层2由聚醚多元醇和多元异氰酸酯在特定模具中采用一步法经过两次发泡形成的,一步法发泡的具体工艺是在 $18\sim 25^\circ\text{C}$ 下,将聚醚多元醇和多元异氰酸酯按照质量比 $1\sim 3:1\sim 2$ 在 $800\sim 1600\text{r/min}$ 的搅拌速度下搅拌 $5\text{s}\sim 30\text{s}$ ,再倒入特定模具中发泡 $5\sim 40\text{min}$ ;

[0041] 所述剪切增稠流体是在 $18\sim 25^\circ\text{C}$ 下,将纳米二氧化硅和聚乙二醇在 $300\sim 500\text{r/min}$ 的搅拌速度下搅拌均匀制得;所述纳米二氧化硅的质量为剪切增稠流体总质量的 $12\sim 45\%$ ;所述纳米二氧化硅的粒径为 $10\text{nm}\sim 100\text{nm}$ 。

[0042] 所述材料的整体厚度为 $5\text{mm}\sim 50\text{mm}$ 。

[0043] 本发明同时提供了一种多层柔性缓冲夹芯材料的制备方法(简称方法),其特征在于该方法包括以下步骤:

[0044] A、剪切增稠流体的制备:

[0045] (1) 根据缓冲区域的体积计算出剪切增稠流体总质量;

[0046] (2) 将质量为剪切增稠流体总质量 $12\sim 45\%$ 的纳米二氧化硅在真空干燥箱中干燥以去除水分;

[0047] (3) 称取聚乙二醇,在 $300\sim 500\text{r/min}$ 的搅拌速度下将纳米二氧化硅缓慢加入聚乙二醇中;具体是待加入的纳米二氧化硅完全分散在聚乙二醇中,再继续加入纳米二氧化硅,直至加料完成;整个搅拌时间为 $5\text{h}\sim 6\text{h}$ ;

[0048] (4) 为保证剪切增稠流体能分散均匀,将制备好的剪切增稠流体进行超声波振荡 $10\sim 60\text{min}$ ,优选 $30\text{min}$ ;

[0049] (5) 在真空干燥箱中去除气泡,时间为 $10\sim 30\text{min}$ ,得到剪切增稠流体;

[0050] B、结构支撑层的制备:

[0051] (1) 结构支撑层主体的制备:在 $18\sim 25^\circ\text{C}$ 下,将聚醚多元醇和多元异氰酸酯按照质量比 $1\sim 3:1\sim 2$ 在 $800\sim 1600\text{r/min}$ 的搅拌速度下搅拌 $5\text{s}\sim 30\text{s}$ ,再倒入特定模具中发泡 $5\sim 40\text{min}$ ,形成具有缓冲单元的结构支撑层主体21;

[0052] (2) 结构支撑层顶盖的制备:将步骤A得到的剪切增稠流体倒入结构支撑层主体21中,然后再放入另一特定模具中;在 $18\sim 25^\circ\text{C}$ 下,将聚醚多元醇和多元异氰酸酯按照质量比 $1\sim 3:1\sim 2$ 在 $800\sim 1600\text{r/min}$ 的搅拌速度下搅拌 $5\text{s}\sim 30\text{s}$ ,再倒入此特定模具中发泡 $5\sim 40\text{min}$ ,形成结构支撑层顶盖22,并且发泡过程中结构支撑层顶盖22与结构支撑层主体21结合形成结构支撑层2,从而将剪切增稠流体封存于结构支撑层2;

[0053] C、多层复合:在结构支撑层2的上下两面各加一层覆盖保护层,在热压机作用下热压粘合,得到多层柔性缓冲夹芯材料。

[0054] 优选的,在步骤A中使用040ST型号的超声波震荡器( $40\text{kHz}$ ,  $240\text{W}$ )振荡,振荡强度为最高档。

[0055] 优选的,在步骤B中搅拌速度为 $1300\text{rpm}\sim 1400\text{rpm}$ ,搅拌时间为 $10\text{s}$ (至混合液体开始发白),发泡时间为 $20\text{min}\sim 30\text{min}$ 。

[0056] 优选的,在步骤C中热压温度为130℃,热压时间为120s。

[0057] 实施例1

[0058] 多层柔性缓冲夹芯材料:缓冲区域的体积占整个材料体积的13%;结构支撑层2的规格为350mm×330mm×30mm;缓冲单元1为长方形,尺寸为20mm×20mm,深度为10mm,缓冲单元1间隔为10mm;覆盖保护层3由织物构成,置于结构支撑层的上下两面。纳米二氧化硅的粒径为12nm;发泡密度0.18g/cm<sup>3</sup>,材料的整体厚度30mm。

[0059] 多层柔性缓冲夹芯材料的制备方法,具体步骤如下:

[0060] A、剪切增稠流体的制备:

[0061] (1) 根据缓冲区域的体积计算出剪切增稠流体总质量为500g;

[0062] (2) 将90g的纳米二氧化硅在真空干燥箱中干燥以去除水分;

[0063] (3) 称取聚乙二醇410g,在200r/min的搅拌速度下将纳米二氧化硅缓慢加入聚乙二醇中;具体是待加入的纳米二氧化硅完全分散在聚乙二醇中,再继续纳米二氧化硅,直至加料完成;整个搅拌时间为6h;

[0064] (4) 为保证剪切增稠流体能分散均匀,将制备好的剪切增稠流体进行超声波振荡45min;

[0065] (5) 在真空干燥箱中去除气泡,得到剪切增稠流体;

[0066] B、结构支撑层的制备:

[0067] (1) 结构支撑层主体的制备:在18~25℃下,将277.5g的聚醚多元醇和92.5g多元异氰酸酯在1300r/min的搅拌速度下搅拌20s,再倒入特定模具中发泡25min,形成具有缓冲单元的结构支撑层主体21;

[0068] (2) 结构支撑层顶盖的制备:将步骤A得到的剪切增稠流体倒入结构支撑层主体21中,然后再放入另一特定模具中;在18~25℃下,将144g的聚醚多元醇和48g多元异氰酸酯在1300r/min的搅拌速度下搅拌20s,再倒入此特定模具中发泡25min,形成结构支撑层顶盖22,并且发泡过程中结构支撑层顶盖22与结构支撑层主体21结合形成结构支撑层2,从而将剪切增稠流体封存于结构支撑层2;

[0069] C、多层复合:最后在结构支撑层2的上下两面各加一层覆盖保护层,在热压机作用下热压粘合,得到多层柔性缓冲夹芯材料。

[0070] 实施例2

[0071] 多层柔性缓冲夹芯材料:缓冲区域的体积占整个材料体积的15%;结构支撑层2的规格为350mm×330mm×30mm;缓冲单元1为圆形,直径为20mm,深度为10mm,缓冲单元1间隔为10mm;覆盖保护层3由织物构成,置于结构支撑层的上下两面。纳米二氧化硅的粒径为12nm;发泡密度0.18g/cm<sup>3</sup>,材料的整体厚度30mm。

[0072] 制备方法同实施例1。

[0073] 实施例3

[0074] 多层柔性缓冲夹芯材料:缓冲区域的体积占整个材料体积的20%;结构支撑层2的规格为350mm×330mm×30mm;缓冲单元1为三角形,边长为15mm,深度为10mm,缓冲单元1间隔为10mm;覆盖保护层3由织物构成,置于结构支撑层的上下两面。纳米二氧化硅的粒径为12nm;发泡密度0.18g/cm<sup>3</sup>,材料的整体厚度30mm。

[0075] 制备方法同实施例1。

[0076] 实施例4

[0077] 多层柔性缓冲夹芯材料:缓冲区域的体积占整个材料体积的15%;结构支撑层2的规格为350mm×330mm×30mm;缓冲单元1为六边形,边长为5mm,深度为10mm,缓冲单元1间隔为10mm;覆盖保护层3由织物构成,置于结构支撑层的上下两面。纳米二氧化硅的粒径为12nm;发泡密度0.18g/cm<sup>2</sup>,材料的整体厚度30mm。

[0078] 制备方法同实施例1。

[0079] 本发明未述及之处适用于现有技术。

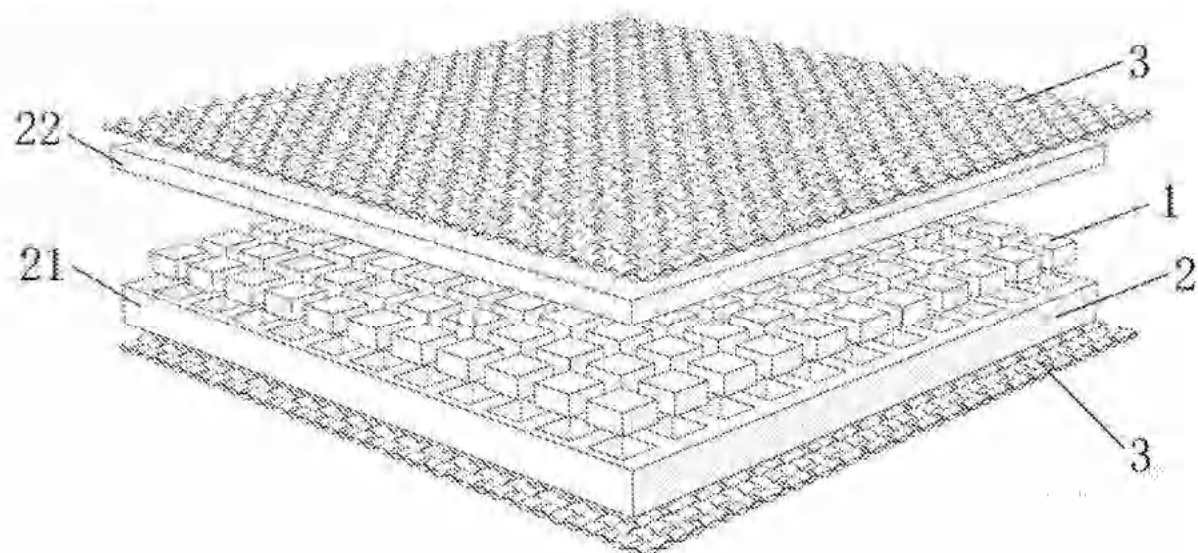


图1

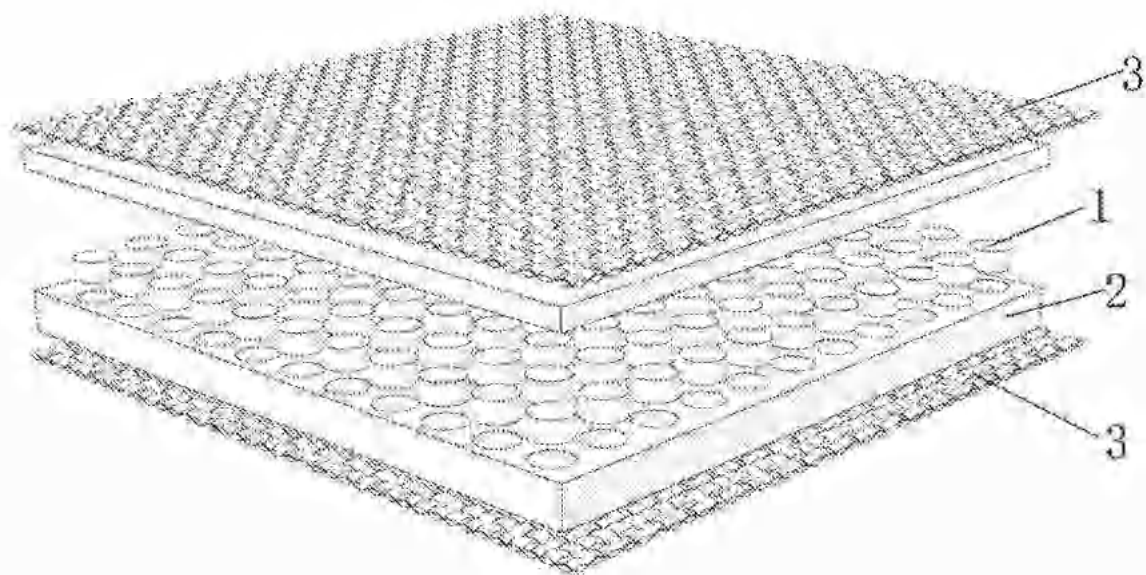


图2

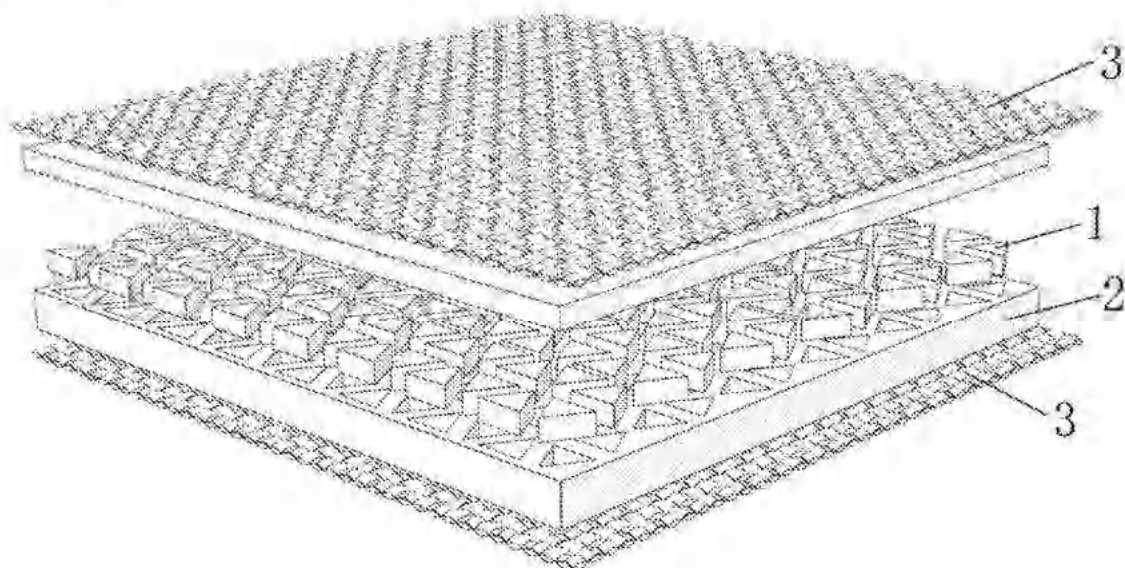


图3

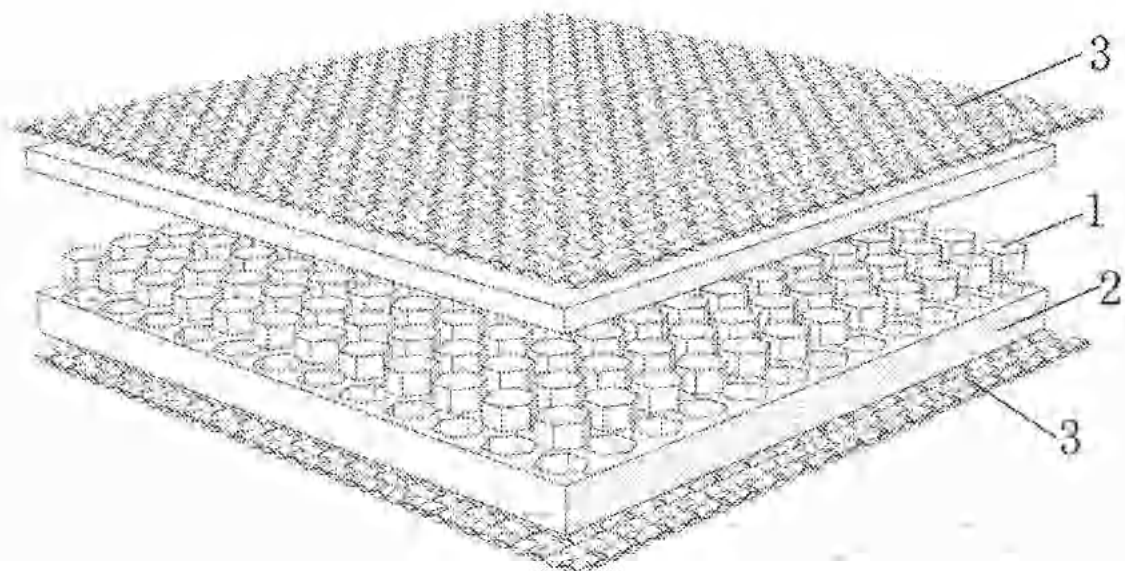


图4