



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106149150 B

(45)授权公告日 2019.06.11

(21)申请号 201610755095.7

审查员 董宪君

(22)申请日 2016.08.29

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 106149150 A

(43)申请公布日 2016.11.23

(73)专利权人 香港理工大学

地址 中国香港九龙红磡

(72)发明人 胡红 阿迪尔·兹丽弗卡尔 江宁

(74)专利代理机构 深圳市顺天达专利商标代理有限公司 44217

代理人 郭伟刚

(51)Int.Cl.

D03D 13/00(2006.01)

D06M 15/333(2006.01)

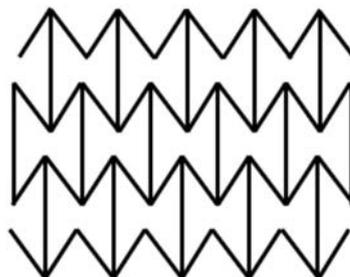
权利要求书1页 说明书6页 附图9页

(54)发明名称

一种负泊松比机织物及制造方法

(57)摘要

本发明公开了一种负泊松比机织物,由最小重复织物结构单元重复组成。最小重复织物结构单元由经纱和纬纱共同交织构成,最小重复织物结构单元的形状结构是内凹多边形、旋转多边形、星形蜂窝结构、交联多边形或者内凹折叠结构,使机织物在其平面一个或多个方向上呈现负泊松比或零泊松比效应。本发明还公开了一种负泊松比机织物制造方法,该制造方法使用普通的纱线和织机从而降低了成本,并且方法简便有效,使得大规模生产具有负泊松比效应的机织物变得简单并易于实现。



1. 一种负泊松比机织物,其特征在于,由最小重复织物结构单元重复组成,所述最小重复织物结构单元的形状结构是内凹多边形、旋转多边形、星形蜂窝结构、交联多边形或者内凹折叠结构,使机织物在其平面一个或多个方向上呈现负泊松比或零泊松比效应;经纱是弹性正泊松比纱线或者非弹性正泊松比纱线,纬纱是弹性正泊松比纱线或者非弹性正泊松比纱线,所述经纱和所述纬纱中至少一个使用弹性正泊松比纱线。

2. 根据权利要求1所述的负泊松比机织物,其特征在于,内凹多边形包括内凹四边形和内凹六边形,旋转多边形包括旋转三角形、旋转矩形和旋转正方形,交联多边形包括交联六边形、交联四边形和交联三角形,内凹折叠结构包括内凹折叠正交条纹结构、内凹折叠横竖线形、内凹折叠斜线形、内凹菱形线结构、内凹方形线以及基于任何上述内凹折叠结构组合的形状结构。

3. 一种负泊松比机织物制造方法,其特征在于,所述制造方法包括以下步骤:

S1: 纱线上浆,将经纱和纬纱通过PVA溶液进行表面上浆,为后续织造工艺做准备;

S2: 织物织造,采用常规织机,使上浆后的经纱和纬纱共同交织构成最小重复织物结构单元,并不断重复织造机织物;

S3: 织物后处理,通过洗涤去除织物上的浆料,在干燥和松弛后产生具有负泊松比效应的机织物;

在步骤S1中,所述经纱是弹性正泊松比纱线或者非弹性正泊松比纱线,所述纬纱是弹性正泊松比纱线或者非弹性正泊松比纱线,所述经纱和纬纱中至少一个使用弹性正泊松比纱线;

所述具有负泊松比效应的机织物由最小重复织物结构单元重复组成,所述最小重复织物结构单元的形状结构是内凹多边形、旋转多边形、星形蜂窝结构、交联多边形或者内凹折叠结构,使机织物在其平面一个或多个方向上呈现负泊松比或零泊松比效应。

4. 根据权利要求3所述的负泊松比机织物制造方法,其特征在于,内凹多边形包括内凹四边形和内凹六边形,旋转多边形包括旋转三角形、旋转矩形和旋转正方形,交联多边形包括交联六边形、交联四边形和交联三角形,内凹折叠结构包括内凹折叠正交条纹结构、内凹折叠横竖线形、内凹折叠斜线形、内凹菱形线结构、内凹方形线以及基于任何上述内凹折叠结构组合的形状结构。

一种负泊松比机织物及制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及纺织领域,尤其涉及一种负泊松比机织物及制造方法。

背景技术

[0002] 泊松比是指材料在拉伸或压缩时横向与纵向应变的负比值。正的泊松比是指,当在纵向上对物体上施加拉伸作用力的时,物体在横向方向收缩。对于大多数传统材料来说,其泊松比为正值。相反地,负泊松比是指当在纵向上给物体施加拉伸力的时,其横向方向也膨胀。负泊松比材料也被称为“拉胀”材料,该名字起源于希腊文字中的“auxetos”,含义为“可被增加的”。泊松比是一种弹性常数,不受材料尺寸的影响。因此,负泊松比材料可以是单分子结构也可以是横跨宏观到微观层面的特定架构。在自然界中也可以找到负泊松比材料,如岩石,矿物和皮肤等,它们也可以通过人工的方式来生产。

[0003] 直到今日,已经有许多负泊松比材料被制成,包括负泊松比泡沫,负泊松比聚四氟乙烯和超高分子量聚乙烯,负泊松比纺织纤维、纱线、针织物和负泊松比复合材料等。相比于传统材料,负泊松比材料具有许多显著的优点,例如,良好的尺寸适应性以及对身体关节部分的贴合。由于日后贴身服装的发展,对于人体运动时,在弹性、可扩展性和发生在服装的不同点的变形会有更高要求,而负泊松比材料在适应人体变形方面又是一个不错的选择,因此,使用负泊松比材料代替传统材料来织造贴身衣物将是十分有益的。虽然高弹性和延伸性可以在正泊松比织物上很容易地实现,但其纵向拉伸时横向的收缩始终是一个问题。由于其横向的收缩,附加的压力将由织物施加在皮肤上,从而限制了肌肉运动,并在身体的关节部位引起不适和不贴合。只要织物是用正泊松比材料织成的,即使他们是高可扩展性和弹性的,这个问题也会一直存在。然而,如果使用一个负泊松比织物,这个问题就可以被解决;负泊松比面料在纵向拉伸时,横向会膨胀而不是收缩。由于拉胀织物的变形行为与人身变形相一致,不会产生额外的服装压力,肌肉和关节运动将不会被限制,形状契合度也将得到提高。因此,服装可以变得更加舒适。此外,负泊松比结构具有增强的剪切模量,良好的能量吸收,减振,吸音和高弹性特性。

[0004] 由于负泊松比织物具有新的纺织结构及特殊属性,使得它们可以广泛应用于高性能服装。在众多负泊松比织物中,具有负泊松比效果的服装在近年来发展非常快。

[0005] 现有技术的负泊松比织物都是基于使用针织技术来实现的。尽管负泊松比针织物有较好的适形性,它们的平面力学性能和结构稳定性不如机织物,并且重复拉伸后会导导致负泊松比效应失效,再加上编织复杂且困难使得负泊松比针织物的应用前景十分有限。

发明内容

[0006] 针对上述技术中存在的不足之处,本发明提供一种负泊松比机织物及制造方法。通过常规的纱线来织造具有负泊松比效应的机织物是一种完全的创新,而且在现今市面上依旧不存在这种新型结构。本发明的主要目标是,通过常规的纱线来织造出具有厚度较小和成型性更好,可以很容易加工成服装的负泊松比机织物。除了许多由于固有的负泊松比

结构,高体积变化和耐磨性等有益特征使此种开发出来的负泊松比机织物还具有优异的成型性,使得该机织物可以在服装生产中被用在高性能的贴身衣物上。本发明的目的是提供一种或多种具有高弹性、高延展性以及负泊松比效应稳定的机织物,从而改善负泊松比机织物和传统机织物存在的上述缺点和不足,并且制造方法简便有效,使得大规模生产具有负泊松比效应的机织物变得简单并易于实现。

[0007] 本发明解决技术问题采用的技术方案是:提供一种负泊松比机织物,由最小重复织物结构单元重复组成,所述最小重复织物结构单元由经纱和纬纱共同交织构成,所述最小重复织物结构单元的形状结构是内凹多边形、旋转多边形、星形蜂窝结构、交联多边形或者内凹折叠结构,使机织物在其平面一个或多个方向上呈现负泊松比或零泊松比效应。

[0008] 优选地,内凹多边形包括内凹四边形和内凹六边形,旋转多边形包括旋转三角形、旋转矩形和旋转正方形,交联多边形包括交联六边形、交联四边形和交联三角形,内凹折叠结构包括内凹折叠正交条纹结构、内凹折叠横竖线形、内凹折叠斜线形、内凹菱形线结构、内凹方形线以及基于任何上述内凹折叠结构组合的形状结构。

[0009] 优选地,所述经纱是弹性纱线或者非弹性纱线。

[0010] 优选地,所述纬纱是弹性纱线或者非弹性纱线。

[0011] 优选地,所述经纱和纬纱中至少一个使用弹性纱线。

[0012] 本发明还提供了一种负泊松比机织物制造方法,所述制造方法包括以下步骤:

[0013] S1:纱线上浆,将经纱和纬纱通过PVA(聚乙烯醇)溶液进行表面上浆,为后续织造工艺做准备;

[0014] S2:织物织造,采用常规织机,使上浆后的经纱和纬纱共同交织构成最小重复织物结构单元,并不断重复织造机织物;

[0015] S3:织物后处理,通过洗涤去除织物上的浆料,在干燥和松弛后产生具有负泊松比效应的机织物。

[0016] 优选地,所述最小重复织物结构单元的形状结构是内凹多边形、旋转多边形、星形蜂窝结构、交联多边形或者内凹折叠结构。

[0017] 优选地,内凹多边形包括内凹四边形和内凹六边形,旋转多边形包括旋转三角形、旋转矩形和旋转正方形,交联多边形包括交联六边形、交联四边形和交联三角形,内凹折叠结构包括内凹折叠正交条纹结构、内凹折叠横竖线形、内凹折叠斜线形、内凹菱形线结构、内凹方形线以及基于任何上述内凹折叠结构组合的形状结构。

[0018] 优选地,在步骤S2中,所述经纱是弹性纱线或者非弹性纱线。

[0019] 优选地,在步骤S2中,所述纬纱是弹性纱线或者非弹性纱线。

[0020] 优选地,所述经纱和纬纱中至少一个使用弹性纱线。

附图说明

[0021] 下面将结合附图及实施例对本发明作进一步的说明,附图中:

[0022] 图1(a)表示拉伸负荷下常规或正泊松比材料的变形行为;

[0023] 图1(b)表示拉伸负荷下拉胀或负泊松比材料的变形行为;

[0024] 图2(a)表示一个常规的六边形形状;

[0025] 图2(b)表示一个常规的六边形形状的结构单元;

- [0026] 图3(a)表示一个拉胀或负泊松比的六边形几何形状；
- [0027] 图3(b)表示一个拉胀或负泊松比六边形形状的结构单元；
- [0028] 图4(a)表示了弯曲条件下常规或正泊松比材料变形行为；
- [0029] 图4(b)表示了弯曲条件下拉胀或负泊松比材料变形行为；
- [0030] 图5(a)提供了本发明的负泊松比内凹六边形机织物示意图；
- [0031] 图5(b)提供了本发明的负泊松比内凹六边形机织物拉伸时的变形行为；
- [0032] 图6(a)对应本发明中一个或多个具体实例,负泊比机织物沿经向拉伸测试时的代表性负泊松比测试结果；
- [0033] 图6(b)对应本发明中一个或多个具体实例,负泊比机织物沿纬向拉伸测试时的代表性负泊松比测试结果；
- [0034] 图7(a)是表示旋转三角形结构的负泊松比机织织物的示意图；
- [0035] 图7(b)是表示旋转矩形结构的负泊松比机织织物的示意图；
- [0036] 图7(c)是表示旋转方形结构的负泊松比机织织物的示意图；
- [0037] 图7(d)是表示蜂窝形结构的负泊松比机织织物的示意图；
- [0038] 图7(e)是表示交联三角形结构的负泊松比机织织物的示意图；
- [0039] 图7(f)是表示内凹折叠正交条纹结构的负泊松比机织织物的示意图；
- [0040] 图7(g)是表示内凹折叠横竖线结构的负泊松比机织织物的示意图；
- [0041] 图7(h)是表示内凹折叠斜线形结构的负泊松比机织织物的示意图；
- [0042] 图7(i)是表示内凹折叠菱形结构的负泊松比机织织物的示意图；
- [0043] 图7(j)是表示内凹折叠方格结构的负泊松比机织织物的示意图；
- [0044] 图7(k)是表示内凹折叠锯齿结构的负泊松比机织织物的示意图。

具体实施方式

[0045] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对本发明进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅用于解释本发明,并不用于限定本发明。

[0046] 本发明的负泊松比机织物是由弹性纱线、非弹性纱和专门设计的经纬纱交织图案的组合来实现的。弹性纱线具有弹性的结构和良好形变回复能力,而非弹性纱线和花型组合成的体系结构会产生负泊松比效应。此种结构所兼有的弹性和负泊松比效应,使之可以用在高性能的运动服上。弹性将有助于衣服的不同部位在运动或锻炼时的变形,而负泊松比效应有助于衣物在运动和锻炼过程中贴合连续变化的体形。织造出具有负泊松比的机织物是可能的,但应当选用特定的经纬线交织图案来形成特殊的负泊松比几何形状。

[0047] 本发明设计了一类新型的具有不同的几何形状负泊松比机织物,该织物可以基于常规织造技术和常规的纱线来生产。在一个优选的实施方案中,用于制造负泊松比机织物的方法包括以下步骤:

[0048] 步骤S1:将PVA(聚乙烯醇)作为上浆材料涂在弹性和非弹性纱的表面上,以提高纱线的强度,以便纱线可以在织造过程中承受应力。之所以让弹性纱线和非弹性纱线在织造之前先进行PVA(聚乙烯醇)处理,目的主要是提高纱线的强度,并将棉或聚酯纤维固定到芯纱氨纶上,以防因为纱线与纱线或者纱线与机械部件摩擦造成的解缠。

[0049] 步骤S2:通过使用弹性和非弹性纱织造负泊松比机织物。如图5(a)所示的负泊松比机织物的织造是由CCI剑杆引纬织机与多臂开口装置完成的。对于负泊松比机织物的织造,可以使用弹性纱线(棉或聚酯纤维氨纶包芯纱)作为经纱和纬纱,以及非弹性纱线(棉或聚酯纤维)作为经纱和纬纱。参照图3(b),优选的负泊松比机织物的单元结构为内凹六边形网孔。其中,由步骤S2制成的织物的厚度仅为1.84毫米。

[0050] 参照图3(b),在最小重复单元或结构单元上,标示3和标示6的线段长度是相等的,标示1、2、4和5的线段的长度也是相等;标示3和6的线段、标示1和4的线段和标示2和5的线段分别是平行的。参照图5(b),当织物在一个方向上进行延伸,图3(b)中的线段1、2、3、4、5和6相应地被弯曲或拉伸,并使该织物在垂直于延伸方向的方向上也实现延伸,从而达到负泊松比效果。

[0051] 为了清楚的解释,本发明中提到的织物的实例是通过多臂开口机构来制造得到的经纬交织的负泊松比机织物。然而,应该认识到,本发明的织物可以通过任何开口机构来生产,不限于提花开口机构。

[0052] 为了清楚的解释,本发明中提到的织物的实例是通过剑杆引纬来制造得到的经纬交织的负泊松比机织物。然而,应该认识到,本发明的织物可以通过任何引纬系统产生,不限于空气喷射引纬系统。

[0053] 另外重要地,本发明的一个巨大优势是本发明的负泊松比织物可以使用许多市面上销售的织机与任何类型的开口机构,和引纬系统来织造,从而大大降低了制造成本。

[0054] 步骤S3,后织处理:上述织物先用热水清洗,接着干燥。放松后的织物结构变得如图5(a)所示具有内凹六边形单元排列而成的结构。取得从织机下来的织物之后,将其在60℃下进行热洗涤,持续约30分钟,随后在高温下滚筒干燥。洗涤和干燥后,织物结构的单元由具有弹性和非弹性纱的经纱和具有弹性和非弹性的纬纱交织后产生的收缩作用而呈现内凹六边形几何形状。以这种方式,可以得到如示意图5(a)所示负泊松比机织物的结构。可以清楚地从图中可以看出,图5(a)中的负泊松比机织物的结构单元是具有六个侧面的内凹六边形,这样的结构单元可以使织物产生负泊松比效应。

[0055] 负泊松比效应是基于经纱和纬纱的交织结构,以及结合弹性纱线和非弹性纱线不同的收缩效应引起的。但在具体织造时,一定要保证经纱或者纬纱至少其中一个选择弹性纱线或者两者都使用弹性纱线来织造,而两者同时使用非弹性纱线是无法产生负泊松比效应的。图3(b)所示的几何结构是一个内凹的六边形,这种结构的壁的变形被认为是使织物产生负泊松比效应的原因。

[0056] 以上讨论的负泊松比材料具有与正的泊松比材料不同的性质,如在纵向拉伸时会发生横向膨胀。因此,可以通过对本发明的优选实施方案制成的负泊松比机织物的拉伸测试,以验证其负泊松比的效果。图5(b)是本发明的拉胀或负泊松比机织物在拉伸状态下的示意图。从图中可以清楚地看到,本发明的负泊松比机织物的在沿着纬纱或经纱的方向上拉伸时,织物沿垂直于拉伸方向变宽。织物的泊松比是按“利用横机开发负泊松比织物”一文中提供的方法测试的(Hong Hu et al., Journal of Textile Research, 2011, 81(14), 1493-1502)。测试仪器采用的是Instron拉伸仪器。

[0057] 图5(b)表示的是本发明织物在拉伸试验下的负泊松比效果。沿经向拉伸时的泊松比应变曲线如图6(a)所示,而沿纬向拉伸时的泊松比应变曲线如图6(b)所示。从泊松比应

变曲线中可以看出,本发明中织造的负泊松比机织物在高达100%拉伸时依旧具有非常高和稳定的负泊松比值。

[0058] 在本发明中,除如图3(a)所示的内凹六边形结构,也可以使用具有方形网格结构的机织物和具有矩形网眼结构的机织物。可以理解的是本领域的技术人员可以根据实际需要使用任何一种具有网状结构的机织物,只要机织物可以与网状结构在拉伸后产生负泊松比效应。

[0059] 此外,除了基于上述的内凹六边形单元结构,在本发明中,具有负泊松比效应的结构也可以是如图7(a)所示的一个旋转的三角形结构;如图7(b)所示的旋转矩形结构;如图7(c)所示的旋转正方结构;如图7(d)所示的星形蜂窝结构;如图7(e)所示的交联三角形网格结构;如图7(f)所示的内凹正交条纹的网格结构;如图7(g)所示的内凹横竖条纹的网格结构;如图7(h)所示的内凹斜条纹的网格结构;如图7(i)所示的内凹菱形条纹的网格结构和如图7(j)中所示的内凹方格网格结构的折返折条纹。

[0060] 在本发明中,也可以生产多层的负泊松比机织物,第一织物层可以具有与第二织物层相同的结构或具有与第二层不同的结构,并且也可以具有与织物的第二层对称或不对称结构。由于负泊松比效应的结构不是唯一的,所述第一层和第二层的结构可具有多种选择。

[0061] 本领域技术人员除了使用非弹性(棉或聚酯)和弹性(包芯氨纶棉纱或聚酯)纱线,也可以根据实际需要,选择诸如聚乙烯纤维,聚丙烯纤维,聚酰胺任何其它合适的热塑性纤维和聚氨酯纤维或任何其它弹性纤维等,而且用于本发明中的弹性和非弹性纱线的材料可以是其它种类的化学纤维单丝,复丝或纺制而成的纱。

[0062] 如图4(b)所示,当经受超出平面的弯曲时,具有负泊松比的材料拉胀并显示出同向弯曲性。因此,本发明的经纬负泊松比机织结构的织物在应用于服装制造时,当受到外力时,相比于其他正泊松比的织物,在不同的接合部体的移动使得织物在主体上有更好的适应,而且不会限制关节的运动。

[0063] 图5(b)所示的是平面力作用于负泊松比的机织物上的效果。其中一个实施例是,当纵向拉伸力作用于机织物时,其显示出了横向的膨胀,这意味着该机织物在横向上发生了延展。因此,当由于肌肉扩张运动时,对本发明的负泊松比织物服装产生平面上的作用力时,由于服装尺寸和形状的增加,使得衣服的变形行为与人体变形相一致,从而减少了服装对人体的压力。

[0064] 由于已知负泊松比材料在适应侧向变形方面是一个不错的选择,因此在制造高性能运动服时使用负泊松比织物替代传统的织物将是十分有益的。目前,在运动服中使用的针织面料都有横向收缩的问题。相反,负泊松比机织物可以消除这种不良的后果。因此,本发明提供了一种由经纱和纬纱交织而成的具有负泊松比效果的机织结构,使得其应用在制作服装时,能够很自然的贴合人体形状,而且还具备各个方向同时扩大或收缩的能力。

[0065] 综上所述,本发明用于制造负泊松比机织物的方法具有成本低,操作简便的优点。本发明的负泊松比机织物的负泊松比效应是显著的,织物的弹性回复性和可扩展性十分优越。该织物可用于制造高性能贴身服装,并具有很高的商业潜力。

[0066] 进一步地,本发明的实施例还包括,上述实施例的各技术特征,相互组合形成的负泊松比机织物及制造方法。需要说明的是,上述各技术特征继续相互组合,形成未在上面列

举的各种实施例,均视为本发明说明书记载的范围;并且,对本领域普通技术人员来说,可以根据上述说明加以改进或变换,而所有这些改进和变换都应属于本发明所附权利要求的保护范围。

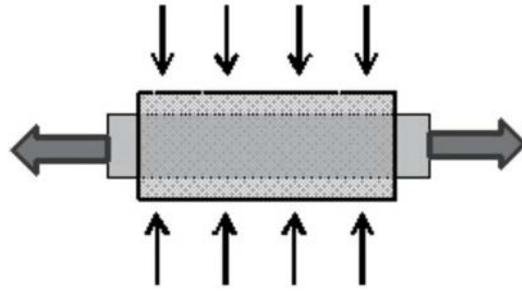


图1 (a)

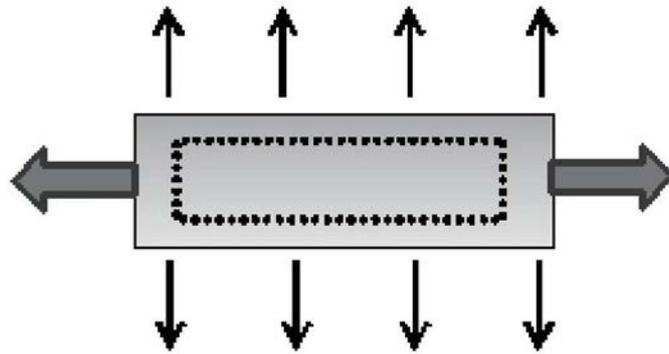


图1 (b)

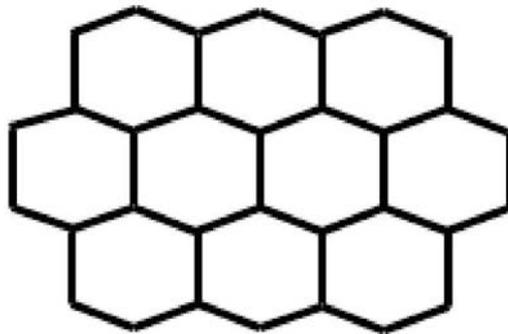


图2 (a)

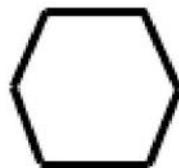


图2 (b)

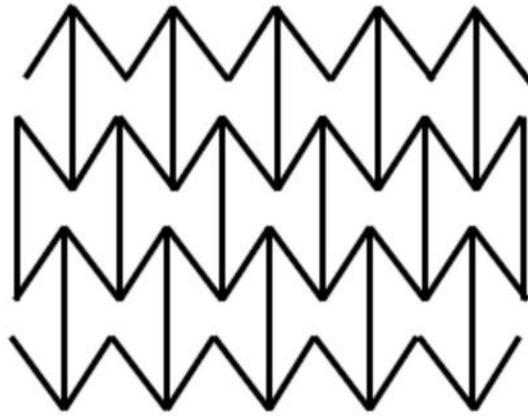


图3 (a)

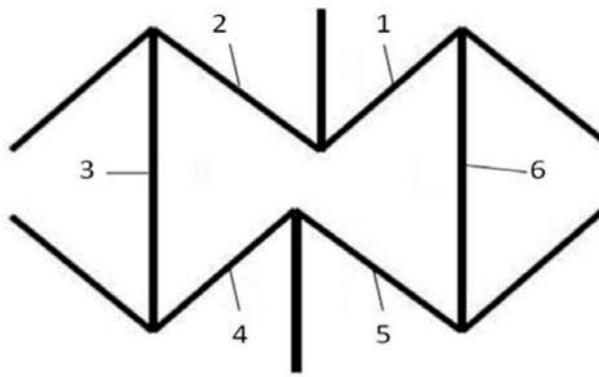


图3 (b)



图4 (a)



图4 (b)

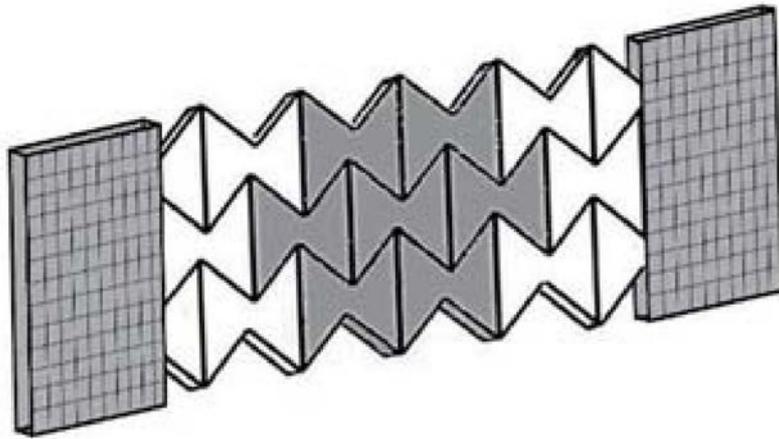


图5 (a)

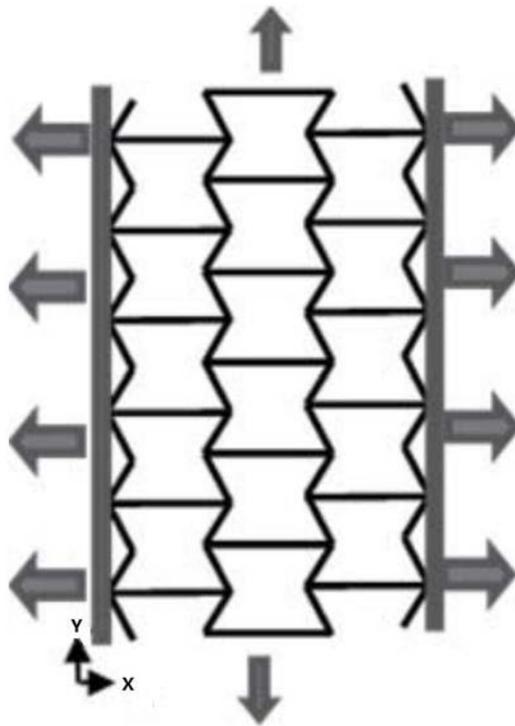


图5 (b)

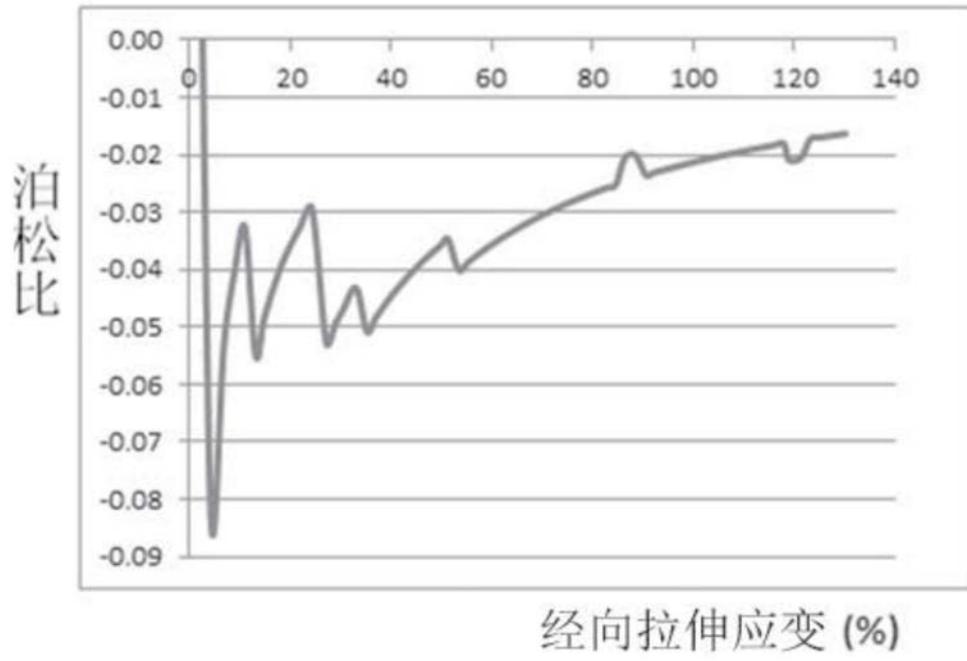


图6 (a)

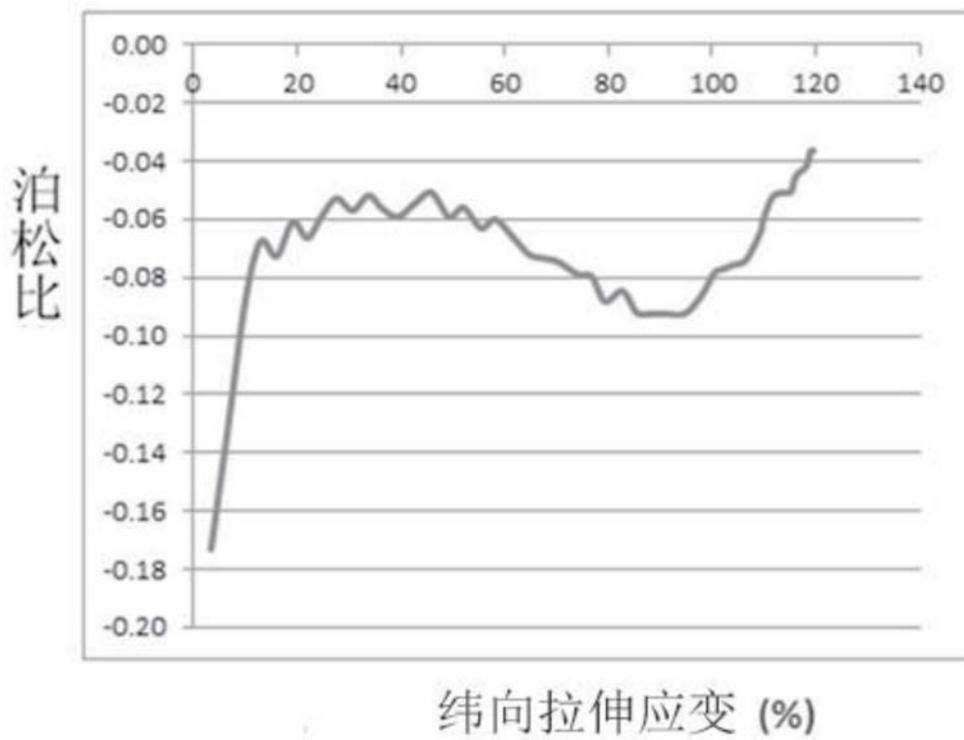


图6 (b)

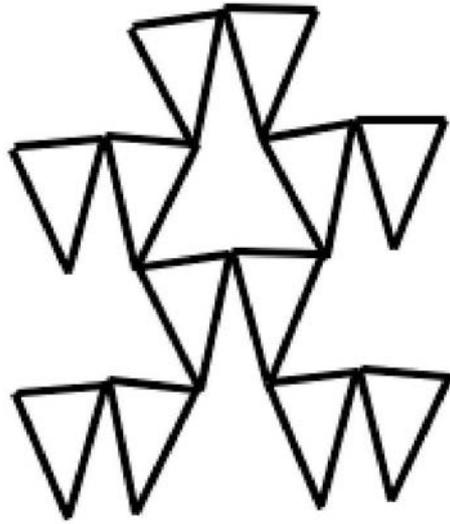


图7 (a)

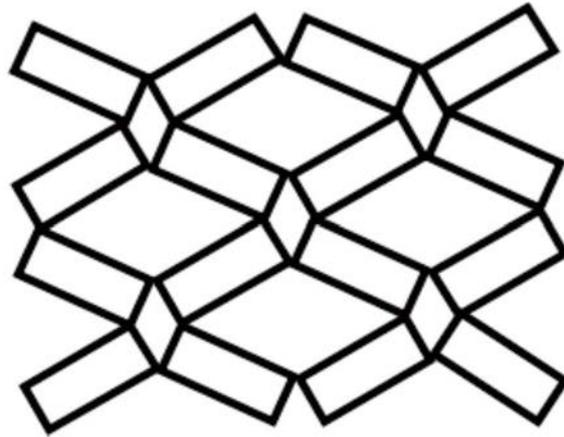


图7 (b)

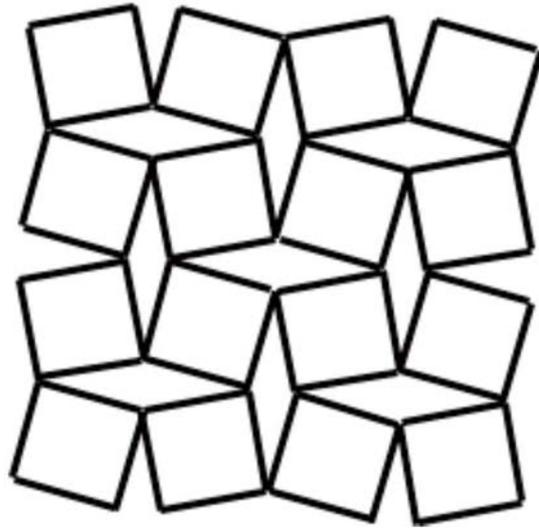


图7(c)

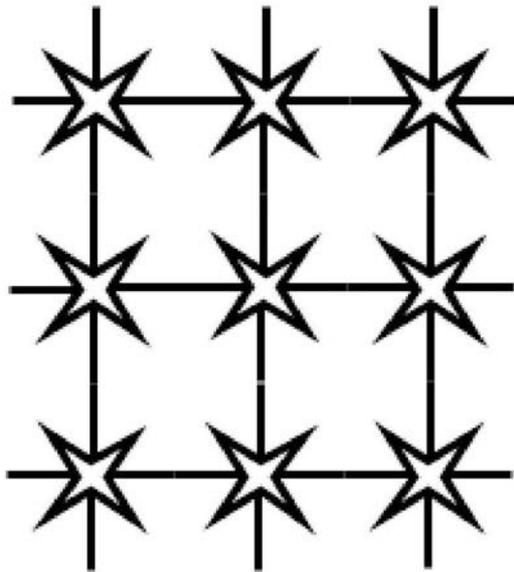


图7(d)

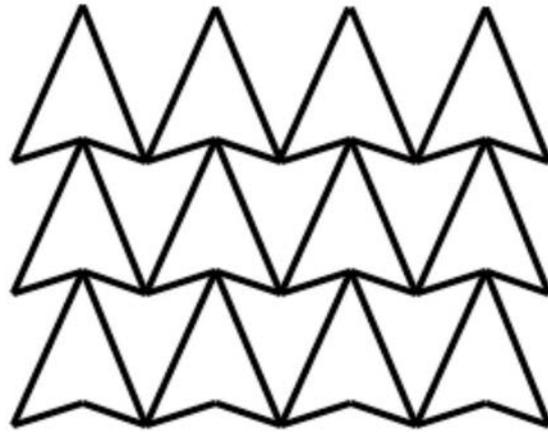


图7(e)

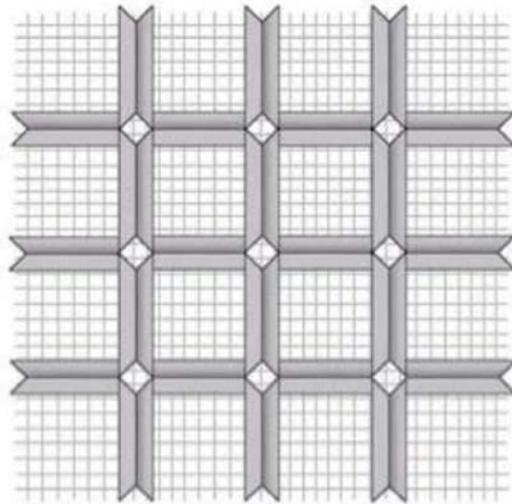


图7(f)

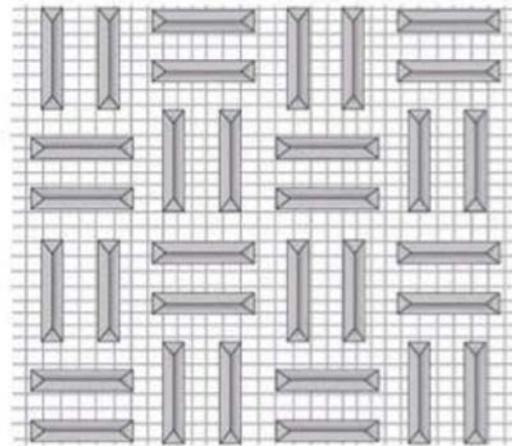


图7(g)

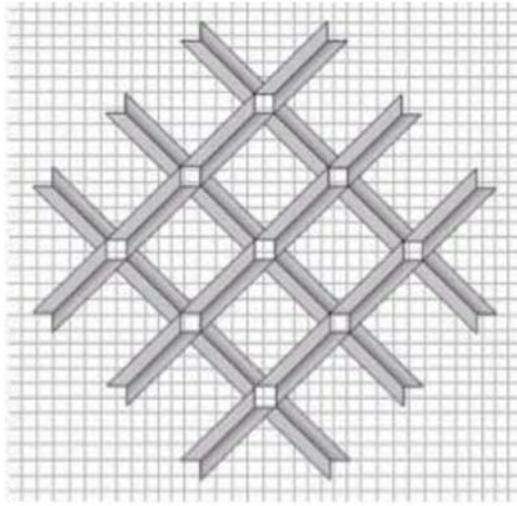


图7 (h)

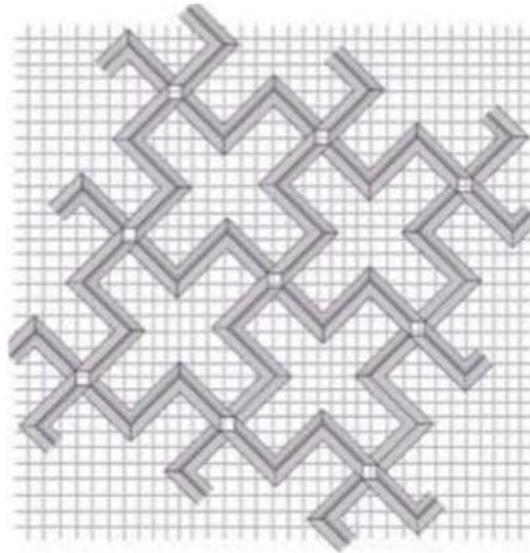


图7 (i)

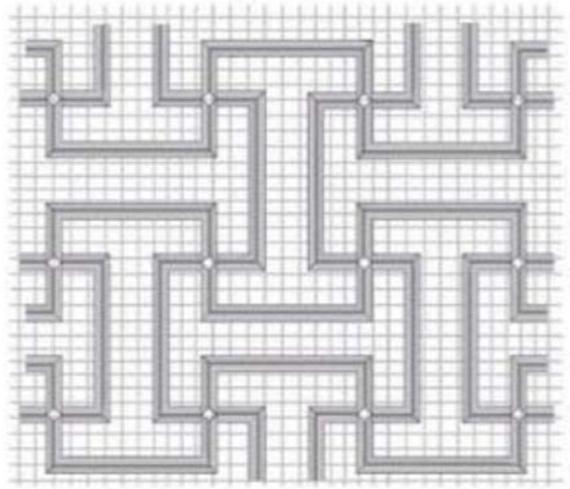


图7(j)

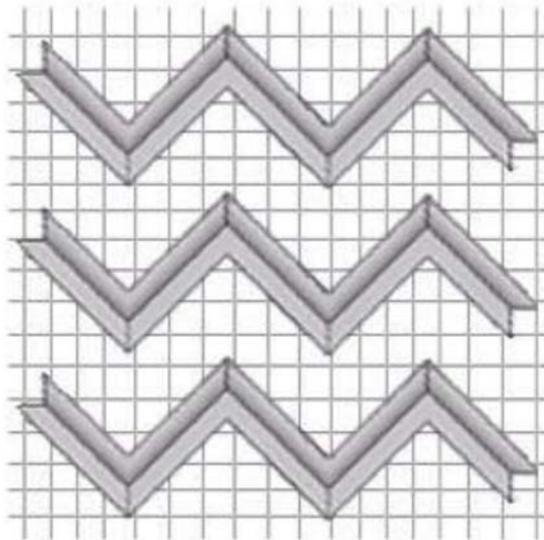


图7(k)