



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 107139874 B

(45) 授权公告日 2023. 06. 20

(21) 申请号 201710407608.X

(22) 申请日 2017.06.02

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 107139874 A

(43) 申请公布日 2017.09.08

(73) 专利权人 华侨大学
地址 362000 福建省泉州市丰泽区城东

(72) 发明人 张勇 王珽 徐翔 闫晓刚
赖雄鸣

(74) 专利代理机构 厦门市首创君合专利事务所
有限公司 35204
专利代理师 杨依展

(56) 对比文件

- CN 207029086 U, 2018.02.23
- CN 203876693 U, 2014.10.15
- CN 206186955 U, 2017.05.24
- CN 104864016 A, 2015.08.26
- CN 102700488 A, 2012.10.03
- CN 104763772 A, 2015.07.08
- CN 103201141 A, 2013.07.10
- EP 2404788 A1, 2012.01.11
- US 2010040815 A1, 2010.02.18
- JP 2015193247 A, 2015.11.05
- US 2008001416 A1, 2008.01.03

审查员 姚奋飞

(51) Int. Cl.
B60R 19/02 (2006.01)

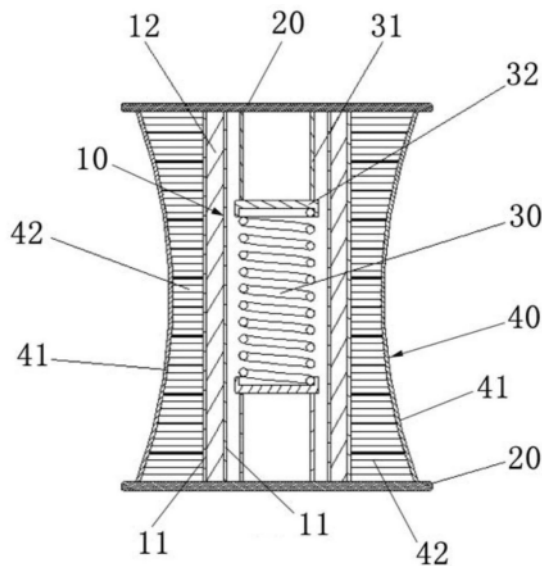
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54) 发明名称

具有负泊松比特性的缓冲吸能装置

(57) 摘要

本发明公开了一种具有负泊松比特性的缓冲吸能装置,包括一管体单元、两支撑座、一弹性体及至少两蜂窝材料单元。该管体单元包括两内外套接的管体和一设在该两管体之间的吸能材料部。该两支撑座分别固接在管体单元两端口。该弹性体设于管体单元之位于内侧的管体内且两端能分别顶抵作用在两支撑座。该蜂窝材料单元包括弧形板和蜂窝材料部,该弧形板两端分别固接在两支撑座且弧形开口朝外,该蜂窝材料部固设在弧形板背面和该管体单元之位于外侧的管体外壁之间。它具有如下优点:能多方向多阶段组合式吸收能量,能充分利用材料和空间,有效降低瞬时碰撞力,且吸能效率高。



1. 具有负泊松比特性的缓冲吸能装置,其特征在于:包括:

一管体单元(10),它包括两内外套接的管体(11)和一设在该两管体(11)之间的吸能材料部(12);该两管体(11)都为圆管且同轴布置;

两支撑座(20),该两支撑座(20)分别固接在管体单元(10)两端口;

一弹性体(30),它设于管体单元(10)之位于内侧的管体(11)内且两端能分别顶抵作用在两支撑座(20);及

至少两蜂窝材料单元(40),该蜂窝材料单元(40)包括弧形板(41)和蜂窝材料部(42),该弧形板(41)两端分别固接在两支撑座(20)且弧形开口朝外,该蜂窝材料部(42)固设在弧形板(41)背面和该管体单元(10)之位于外侧的管体(11)外壁之间;

还包括两位于管体单元(10)之位于内侧的管体(11)内的支撑管(31),该两支撑管(31)一端分别固接在两支撑座(20)之相面向面,该支撑管(31)另一端固接有顶板(32),该弹性体(30)两端分别顶抵靠接在该两顶板(32)。

2. 根据权利要求1所述的具有负泊松比特性的缓冲吸能装置,其特征在于:该管体(11)、支撑座(20)的材料都选用铝合金。

3. 根据权利要求1所述的具有负泊松比特性的缓冲吸能装置,其特征在于:该吸能材料部(12)选用泡沫材料,该泡沫材料固定在两管体(11)之间。

4. 根据权利要求3所述的具有负泊松比特性的缓冲吸能装置,其特征在于:该泡沫材料选用铝泡沫。

5. 根据权利要求1或2或3或4所述的具有负泊松比特性的缓冲吸能装置,其特征在于:该蜂窝材料部(42)的蜂窝为多边形蜂窝状,该多边形蜂窝状中每边之厚度由每边中部至每边端部逐渐增厚。

6. 根据权利要求1或2或3或4所述的具有负泊松比特性的缓冲吸能装置,其特征在于:该蜂窝材料单元(40)个数为至少三个,该至少三个蜂窝材料单元(40)阵列布置在管体单元(10)之外。

7. 根据权利要求1或2或3或4所述的具有负泊松比特性的缓冲吸能装置,其特征在于:该蜂窝材料单元(40)的蜂窝材料部(42)和该管体单元(10)之位于外侧的管体(11)外壁吻合固接,该蜂窝材料部(42)和该弧形板(41)背面吻合固接。

8. 根据权利要求1或2或3或4所述的具有负泊松比特性的缓冲吸能装置,其特征在于:该弧形板(41)由矩形不锈钢板通过卷轧制成,该蜂窝材料部(42)的蜂窝房孔垂直管体单元(10)的轴线。

具有负泊松比特性的缓冲吸能装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种缓冲吸能装置,尤其涉及一种负泊松比特性的递进组合型高效缓冲吸能装置。

背景技术

[0002] 涉及材料与结构能量吸收的缓冲吸能装置在多个领域有着重要应用,例如汽车前后防撞梁的缓冲吸能盒,电梯轿厢底部的缓冲吸能装置和一些其他领域中使用的缓冲吸能防撞机构等。一些对于安全性要求高的工程装备在加装缓冲吸能装置后其被动安全性得到了提高,减小了碰撞事故发生时的瞬时碰撞力,吸收了碰撞时产生的巨大能量,从而降低了装备使用者的伤亡率,有效防止了二次伤害等。然而现有的大多数缓冲吸能装置吸能形式单一,吸能效率低下,吸能效果差,材料利用率低,轻量化程度不高。

发明内容

[0003] 本发明提供了负泊松比特性的递进组合型高效缓冲吸能装置,其克服了背景技术中缓冲吸能装置所存在的不足。

[0004] 本发明解决其技术问题的所采用的技术方案是:

[0005] 具有负泊松比特性的缓冲吸能装置,包括:

[0006] 一管体单元(10),它包括两内外套接的管体(11)和一设在该两管体(11)之间的吸能材料部(12);

[0007] 两支撑座(20),该两支撑座(20)分别固接在管体单元(10)两端口;

[0008] 一弹性体(30),它设于管体单元(10)之位于内侧的管体(11)内且两端能分别顶抵作用在两支撑座(20);及

[0009] 至少两蜂窝材料单元(40),该蜂窝材料单元(40)包括弧形板(41)和蜂窝材料部(42),该弧形板(41)两端分别固接在两支撑座(20)且弧形开口朝外,该蜂窝材料部(42)固设在弧形板(41)背面和该管体单元(10)之位于外侧的管体(11)外壁之间。

[0010] 一实施例之中:该两管体(11)都为圆管且同轴布置。

[0011] 一实施例之中:该管体(11)、支撑座(20)的材料都选用铝合金。

[0012] 一实施例之中:该吸能材料部(12)选用泡沫材料,该泡沫材料固定在两管体(11)之间。

[0013] 一实施例之中:该泡沫材料选用铝泡沫。

[0014] 一实施例之中:还包括两位于管体单元(10)之位于内侧的管体(11)内的支撑管(31),该两支撑管(31)一端分别固接在两支撑座(20)之相面向面,该支撑管(31)另一端固接有顶板(32),该弹性体(30)两端分别顶抵靠接在该两顶板(32)。

[0015] 一实施例之中:该蜂窝材料部(42)的蜂窝为多边形蜂窝状,该多边形蜂窝状中每边之厚度由每边中部至每边端部逐渐增厚。

[0016] 一实施例之中:该蜂窝材料单元(40)个数为至少三个,该至少三个蜂窝材料单元

(40)阵列布置在管体单元(10)之外。

[0017] 一实施例之中:该蜂窝材料单元(40)的蜂窝材料部(42)和该管体单元(10)之位于外侧的管体(11)外壁吻合固接,该蜂窝材料部(42)和该弧形板(41)背面吻合固接。

[0018] 一实施例之中:该弧形板(41)由矩形不锈钢板通过卷轧制成,该蜂窝材料部(42)的蜂窝房孔垂直管体单元(10)的轴线。

[0019] 本技术方案与背景技术相比,它具有如下优点:

[0020] 高效缓冲吸能装置,能多方向多阶段组合式吸收能量,能充分利用材料和空间,有效降低瞬时碰撞力,且吸能效率高。

附图说明

[0021] 下面结合附图和实施例对本发明作进一步说明。

[0022] 图1是缓冲吸能装置的立体结构示意图。

[0023] 图2是缓冲吸能装置的剖面示意图。

[0024] 图3是缓冲吸能装置的内部结构示意图。

[0025] 图4是管体单元的立体结构示意图。

[0026] 图5是蜂窝材料部的立体结构示意图。

[0027] 图6是图5的A处局部结构示意图。

具体实施方式

[0028] 请查阅图1至图6,具有负泊松比特性的缓冲吸能装置,包括一管体单元10、两支撑座20、一弹性体30和至少两蜂窝材料单元40,该支撑座20如选用硬性板。本实施例装置在使用时,最好使支撑座20垂直朝向碰撞来源,当该缓冲吸能装置收到碰撞载荷时,该支撑座20可起到将载荷均匀分解于各吸能结构的作用。

[0029] 该管体单元10包括两内外套接的管体11和一设在该两管体11之间的吸能材料部12;该两支撑座20分别固接在管体单元10两端口,如通过焊接方式实现固接。本实施例之中:该两管体11都为圆管且同轴布置,该管体单元10轴线还垂直支撑座20的支撑面(两支撑座20相面向面);该管体11材料选用铝合金,该吸能材料部12选用泡沫材料,如低密度铝泡沫,该泡沫铝如在纯铝或铝合金中加入添加剂后,经过发泡工艺而成,它同时兼有金属和气泡特征。该泡沫材料固定在两管体11之间,如通过粘结剂将泡沫材料胶接固定在两管体之间,该粘结剂如环氧树脂。本发明之中,采用上述类似三明治的结构将两管体11和吸能材料部12组合起来,且管体11材料选用铝合金,吸能材料部12选用泡沫材料,则除了充分发挥管体11的稳定溃缩吸能效果和吸能材料部的高比吸能和轻量化之外,还通过两者的交互作用使其在发生溃缩变形时能将两者优点结合起来的同时产生更加优越能量吸收效果。

[0030] 该弹性体30设于管体单元10之位于内侧的管体11内且两端能分别顶抵作用在两支撑座20。本实施例之中,还包括两位于管体单元10之位于内侧的管体11内的支撑管31,该两支撑管31一端分别固接在两支撑座20之相面向面,该支撑管31另一端固接有顶板32,该弹性体30两端分别顶抵靠接在该两顶板32。具体结构之中:该顶板32以及支撑管31均由铝合金材料制成;该弹性体30为弹簧,该顶板32末端面凹设有凹槽,该弹性体30末端通过过盈配合方式嵌入顶板32的凹槽实现连接;该支撑管31为空心圆管,该支撑管31通过焊接方式

固定支撑座20和顶板32;该弹簧、空心圆管、管体单元10同轴布置,该顶板2呈圆形结构,且圆形和空心圆管同轴布置。该弹性体30、顶板32以及支撑管31构成的组件为该缓冲吸能装置产生主要的递进吸能效果,当该装置受到碰撞装载荷产生轴向溃缩变形时,弹性体30压缩变形,轴向载荷开始加载,通过顶板32将载荷传递到支撑管31,当弹性体30压缩位移足够大,产生较大的弹性反作用力且超过支撑管31的弹性变形承载能力时,两侧的支撑管31将发生塑性溃缩变形进行能量吸收。该顶板32以及支撑管31均由铝合金材料制成,更易产生稳定的塑性变形,且不易产生撕裂失效,吸能效率高。

[0031] 该蜂窝材料单元40包括弧形板41和蜂窝材料部42,该弧形板41两端分别固接两支支撑座20之相面向面上且弧形开口朝外,该弧形板41之轴线位于对称面(两支支撑座20相对该对称面轴向对称,且该对称面垂直管体单元10)上;该蜂窝材料部42固设在弧形板41背面和该管体单元10之位于外侧的管体11外壁之间。本实施例之中:该蜂窝材料单元40个数为至少三个,该至少三个蜂窝材料单元40阵列布置在管体单元10之外,图中为4个;该弧形板41由矩形不锈钢板通过卷轧制成,该弧形板两端分别通过焊接方式固接在两支支撑座;该蜂窝材料部42的蜂窝为多边形蜂窝状,如正六边形,该多边形蜂窝状中每边之厚度由每边中部至每边端部(相邻边之连接处,即交角处)逐渐增厚,如图中的 t_1 至 t_2 ;该蜂窝材料部42的蜂窝房孔垂直管体单元10的轴线,如图中蜂窝房孔43水平布置;该蜂窝材料部42和该管体单元10之位于外侧的管体11外壁吻合固接,该蜂窝材料部42和该弧形板41背面吻合固接,该固接如通过粘结剂粘接实现,该粘结剂如环氧树脂。具体结构中,该蜂窝材料部42之两端面分别切割制成吻合管体单元之外壁及弧形板之背面的弧面,如通过电火花线切割制成。当该缓冲吸能装置在承载碰撞力而发生溃缩变形时,弧形板将向内侧产生弯曲变形,同时挤压蜂窝材料部42,使蜂窝材料部42产生溃缩进行能量吸收,使得该缓冲吸能装置在收到碰撞压缩时产生整体收缩的负泊松比效果,减小了向外的空间入侵率,减小了对其它构件以及环境的影响,在充分发挥其缓冲吸能效果的同时也避免了二次伤害。而且,该蜂窝材料部42的每边都有着厚度变化的特征,端部厚度最大,厚度随线性梯度变化逐渐减小至每个边的中线位置达到厚度最小值,使得承载力和产生塑性变形最大的位置厚度也最大,在充分发挥蜂窝材料优越的缓冲吸能特性之外也实现了产品的轻量化和较高的材料利用率。

[0032] 一具体产品中,如附图之中的产品:该缓冲吸能装置的高度230mm,直径185mm;该支撑座为铝合金圆形板,直径185mm,厚度5mm;该弹性体30的弹簧丝直径5mm,自由状态下高度100mm;该顶板32厚度10mm,凹槽深5mm,直径50mm;该支撑管32的高度60mm,直径40mm,壁厚2mm;该管体单元10中的两管体的厚度均为2mm,高度均为220mm,吸能材料部12的密度为 $0.3\text{g}/\text{cm}^3$,且加工时管体和吸能材料部通过环氧树脂粘结剂胶接后,静止固化24小时后再与两端支撑座20通过焊接连接;该蜂窝材料单元40的蜂窝材料部42的总高度220mm,宽度60mm,其中的厚度 $t_2=0.5\text{mm}$,厚度 $t_1=1\text{mm}$,弧形板41厚度为2毫米,弯曲半径为312mm。

[0033] 本发明所涉及的负泊松比式的递进组合型缓冲吸能装置为独立缓冲吸能装置,不受其他装置或者机构的限制,在使用时可单独或者以多组的形式将其固定在需要进行缓冲吸能的位置。本发明所涉及的缓冲吸能装置在使用时将两端面的任意一面朝向碰撞来源,例如当将其应用到汽车安全性领域中作为吸能元件时,应将其端面法线指向车辆行驶正前方,以最大化发挥该装置的缓冲吸能效果。

[0034] 本实施例的缓冲吸能装置具有如下优点:

[0035] 1、吸能形式多样,高效的吸能效果。本发明提供了一种负泊松比式的递进组合型高效缓冲吸能装置,其中组合了多种吸能形式,包括管体单元(三明治管)本身所具有的高效的能量吸收能力,中间的弹性体压向两端的支撑管溃缩产生的能量吸收,以及该装置四周的蜂窝材料部42在受到弧形板挤压时产生的能量吸收能力。当缓冲吸能装置在受到碰撞载荷时,其本身所兼具的多种能量吸收方式可通过不同形式在同一时间进行,将能量吸收效率发挥到最大化,最快的将碰撞动能消解在材料的各种形式产生的塑性变形中,将伤害降到最低。

[0036] 2.比吸能大,轻量化效果明显。该蜂窝材料部42采用了变厚度设计,减小材料利用率较低位置的厚度,在不减小其本身能量吸收能力的前提下也有利于轻量化的实现。除此之外,设有至少两蜂窝材料单元,能吸收大量的能量,且该材料质量小,故单位质量的材料能量吸收能力非常高。管体单元的吸能材料部采用的是低密度泡沫,管体采用的是铝合金材料,两者质量小,能量吸收能力强,且通过管体和吸能材料部产生的交互作用,其能量吸收能力得到了增强,故管体单元整体比吸能大,且有助于轻量化的实现。值得指出的是本发明所实现的产品轻量化有助于装载本装置的工程装备减少在动能上不必要的能量消耗,有利于节能减排。

[0037] 3.缓冲吸能稳定,耐撞性高。本发明所涉及的递进组合型缓冲吸能形式缓冲效果明显,吸能稳定,第一阶段的弹性体蓄力阶段虽然不能发生能量吸收,但有助于降低冲量,有助于降低事故发生时产生的巨大碰撞初始峰值力,有助于提高吸能元件在能量吸收时的缓冲能力,且耐撞性高,减小了对装备使用者的伤害。

[0038] 4.负泊松比溃缩变形,空间入侵量小。本发明提供了一种负泊松比式变形的缓冲吸能装置,当该装置在受到碰撞力产生压溃变形压缩时,不会发生膨胀反而会产生收缩,空间入侵量小,减小了对其他构件的影响且不会占用大量的空间,使得当碰撞事故发生时有效空间更多,也同时避免了二次伤害。

[0039] 5.加工制备简单,可持续性强。本发明所涉及的弧形板可直接通过四边形不锈钢板通过特定弧度卷轧制成,在受到弯曲变形时不易发生断裂失效,蜂窝材料部以及管体、支撑管等都可通过电火花线切割的简单方式生产,通过环氧树脂粘结剂胶接以及焊接的形式也非常容易实现。所以在保证其功能性的同时,该装置在整体上避免了复杂的加工工艺,制备简单,且不易受雨水空气的侵蚀,可持续性使用能力强。

[0040] 以上所述,仅为本发明较佳实施例而已,故不能依此限定本发明实施的范围,即依本发明专利范围及说明书内容所作的等效变化与修饰,皆应仍属本发明涵盖的范围内。

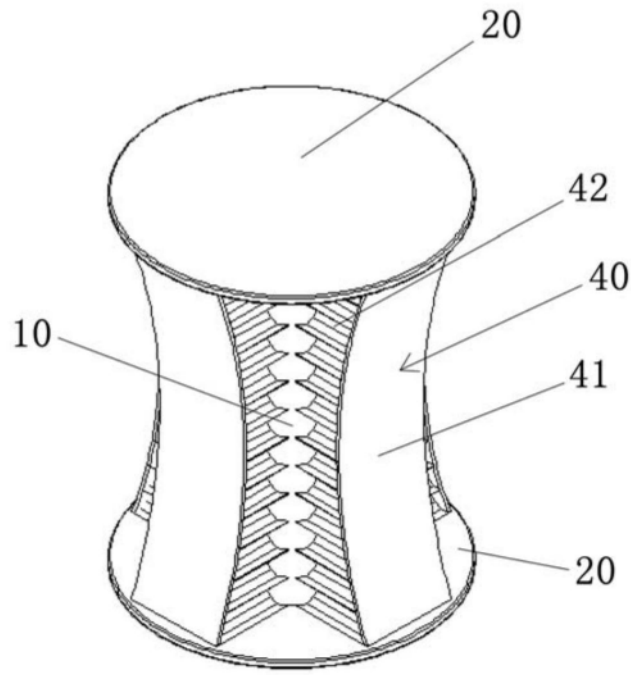


图1

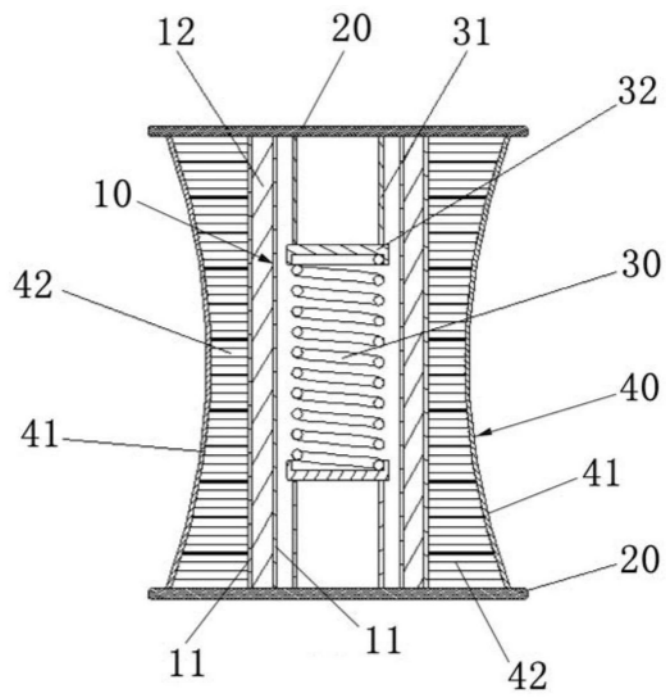


图2

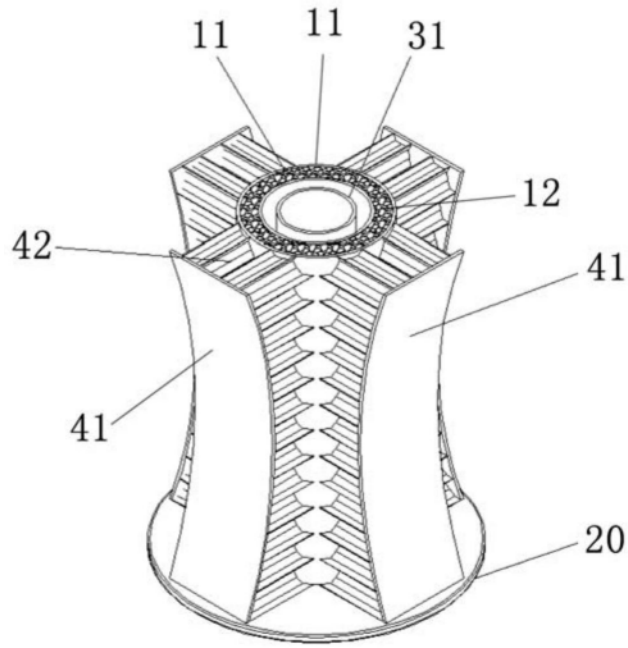


图3

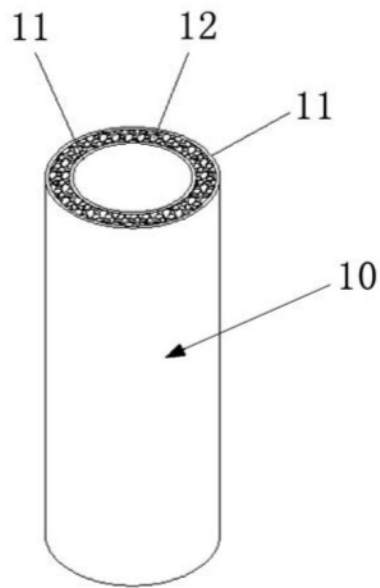


图4

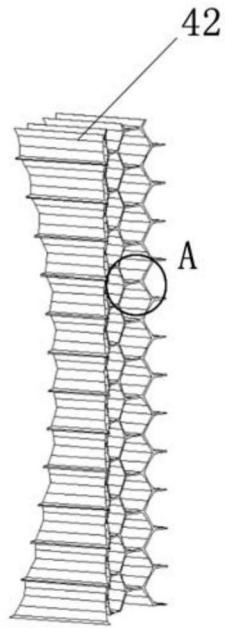


图5

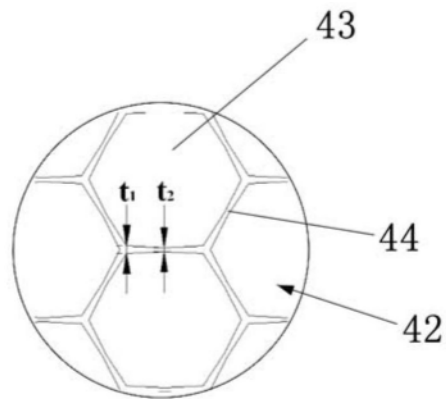


图6