



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107810381 B

(45)授权公告日 2019.12.13

(21)申请号 201680024565.0

专利权人 卢得集团有限公司

(22)申请日 2016.06.07

(72)发明人 马尔科·奇特罗 乔治·韦尔加尼
保罗·巴尔巴泰利

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 107810381 A

(74)专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

(43)申请公布日 2018.03.16

代理人 蔡胜有 苏虹

(30)优先权数据

102015000023820 2015.06.15 IT

(51)Int.Cl.

F41H 1/02(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2017.10.27

(56)对比文件

US 2014/0304877 A1, 2014.10.16,

WO 2015/011642 A1, 2015.01.29,

US 3018210 A, 1962.01.23,

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/IB2016/053322 2016.06.07

审查员 黄绍泽

(87)PCT国际申请的公布数据

WO2016/203344 EN 2016.12.22

(73)专利权人 工程吸气公司

地址 意大利米兰

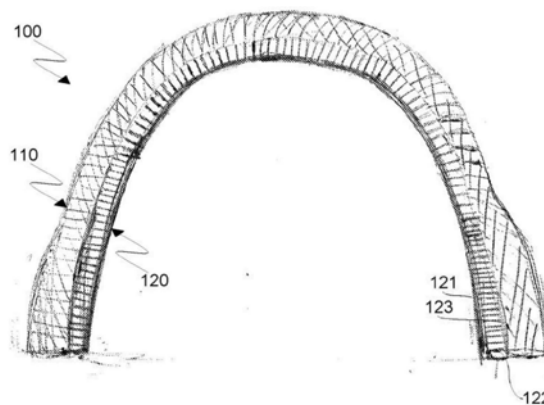
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54)发明名称

防弹结构和利用该防弹结构的装置

(57)摘要

本发明涉及一种防弹结构(100),其包括由合成纤维的织物制成的至少第一防弹层(110)以及包含第一保持元件(121)的至少第二防弹层(120),其上约束有多个呈扁平片和/或直丝状元件的形式的细长金属结构(122),其中所述金属结构(122)被约束在第一保持元件(121)的不同位置处并且从第一保持元件基本上垂直地突出,其中细长金属结构(122)的自由端被约束至所述第一织物层(110)。防弹结构适于在士兵头盔、防弹背心和车辆车身的制造中使用。



1. 一种防弹结构(100), 其包括由合成纤维的织物制成的至少第一防弹层(110)以及包含第一保持元件(121)的至少第二防弹层(120), 所述第一保持元件(121)上约束有多个呈扁平片和/或直丝状元件的形式的细长金属结构(122), 其中所述细长金属结构(122)被约束在所述第一保持元件(121)的不同位置处, 以及其中所述细长金属结构(122)的自由端被约束至所述第一防弹层(110), 其特征在于, 所述细长金属结构(122)从所述第一保持元件(121)基本上垂直地突出, 以及所述细长金属结构(122)布置成通过屈曲而吸收作用在基本上垂直于平面的方向上的冲击能, 所述平面又基本上垂直于所述细长金属结构(122), 其中至少90%的细长金属结构(122)相对于所述第一保持元件(121)形成70°至90°的角度, 其中所述细长金属结构(122)由智能金属制成。

2. 根据权利要求1所述的防弹结构(100), 其中所述细长金属结构(122)的所述自由端直接约束至所述第一防弹层(110)。

3. 根据权利要求2所述的防弹结构(100), 其中所述细长金属结构(122)的所述自由端通过胶合或缝合而被约束至所述第一防弹层(110)。

4. 根据权利要求1所述的防弹结构(100), 其中所述第二防弹层(120)包括第二保持元件(123), 所述细长金属结构(122)的所述自由端被约束至所述第二保持元件(123), 所述第二保持元件(123)又被约束至所述第一防弹层(110)。

5. 根据权利要求4所述的防弹结构(100), 其中至少80%的所述细长金属结构(122)由超弹性合金制成。

6. 根据权利要求4所述的防弹结构(100), 其中至少95%的所述细长金属结构(122)由超弹性合金制成。

7. 根据权利要求1至6中任一项所述的防弹结构(100), 其中所述细长金属结构(122)之间的相互距离低于所述细长金属结构(122)的长度的0.4倍, 所述距离是相对于所述细长金属结构(122)的约束至所述第一保持元件(121)的端部测量的。

8. 根据权利要求4至6中任一项所述的防弹结构(100), 其中所述第二防弹层的所述第一保持元件(121)和/或所述第二保持元件(123)由金属、塑料、织物或聚合材料制成。

9. 一种士兵头盔, 其包括根据权利要求1至8中任一项所述的防弹结构(100), 其中所述第一防弹层(110)形成壳体的外表面, 所述第二防弹层(120)形成所述壳体的意在面向使用者头部的内层。

10. 根据权利要求9所述的士兵头盔, 其中所述第二防弹层(120)包括面向头盔壳体内部的第一保持元件(121)以及从所述第一保持元件(121)垂直地伸出并将其连接至所述第一防弹层(110)的多个细长金属结构(122), 其中所述第二防弹层(120)包括第二保持元件(123), 所述细长金属结构(122)的所述自由端固定至所述第二保持元件(123), 所述第二保持元件(123)又被约束至所述第一防弹层(110)。

11. 根据权利要求10所述的士兵头盔, 其中所述第二保持元件(123)被胶合至所述第一防弹层(110)。

12. 根据权利要求10所述的士兵头盔, 其中所述第一保持元件(121)和所述第二保持元件(123)由弹性体材料制成。

13. 根据权利要求10至12中任一项所述的士兵头盔, 其中, 所述细长金属结构(122)是直丝状元件, 其直径为75 μ m至350 μ m, 以及其长度为20mm, 其中所述第二防弹层(120)包括每

平方厘米最高达60个直丝状元件。

14. 一种防弹背心, 其包括根据权利要求1至8中任一项所述的防弹结构(100), 其中所述第一防弹层(110)形成所述背心的外表面, 所述第二防弹层(120)形成意在面向使用者的身体的内层。

15. 根据权利要求14所述的防弹背心, 其中所述第一防弹层(110)由合成纤维的织物制成, 所述第二防弹层(120)包括第一保持元件(121)以及从所述第一保持元件(121)垂直地伸出并将其连接至所述第一防弹层(110)的多个细长金属结构(122), 其中所述细长金属结构通过由缝合至所述第一保持元件(121)和所述第一防弹层(110)的超弹性合金制成的连续线形成。

16. 根据权利要求15所述的防弹背心, 其中所述细长金属结构的直径为0.05mm至0.30mm, 而所述细长金属结构的高度为0.5mm至3mm。

17. 一种车辆车身, 其包括根据权利要求1至8中任一项所述的防弹结构(100), 其中所述防弹结构(100)包括由合成纤维的织物制成的第一防弹层(110)和第二防弹层(120), 所述第二防弹层(120)包括意在安装在车辆车身上的第一保持元件(121), 以及从所述第一保持元件(121)垂直地伸出并将其连接至所述第一防弹层(110)的多个细长金属结构(122)。

18. 根据权利要求17所述的车辆车身, 其中所述第二防弹层(120)包括第二保持元件(123), 所述细长金属结构(122)的自由端固定至所述第二保持元件(123), 所述第二保持元件(123)又被约束至所述第一防弹层(110)。

19. 根据权利要求17或18所述的车辆车身, 其中所述细长金属结构(122)是直丝状元件, 其长度为15mm至20mm, 而其直径为0.35mm至0.6mm。

20. 根据权利要求17或18所述的车辆车身, 还包括由附接至所述第一防弹层(110)的陶瓷或金属材料(130、140)制成的另外的防护层。

防弹结构和利用该防弹结构的装置

[0001] 本发明总体上涉及防弹系统,并且特别地涉及适于在诸如防弹背心、士兵头盔和坦克车身的防弹装置中采用的防弹结构。

[0002] 防弹结构是通常包含高强纤维层的多层结构,其被构造成捕获子弹并使子弹变形为盘形,从而使子弹的冲击力分散到结构的越来越大的部分上。防弹结构吸收来自变形的子弹能量,从而使子弹在其能够完全穿透该结构之前停止。

[0003] 防弹结构如防弹背心、士兵头盔和车辆车身的部件既具有穿透阻力要求又对传递给其意在防护的本体的冲击能量具有限制。

[0004] 防弹结构通常由诸如聚酰胺和芳族聚酰胺纤维的合成纤维的织物制成,并且还可以包括由例如钢、钛、聚乙烯、陶瓷和玻璃纤维制成的加强镀层构件,其适于增强对来自子弹和尖锐物体的冲击的防护。

[0005] 1992年出版的Stuart M.Lee的《增强复合材料手册》和1995年出版的《威灵顿西尔斯产业用纺织品手册》公开了用于吸收冲击、特别是弹道冲击的加强面板。

[0006] 近年来,材料科学的进步为特别旨在用于防弹背心的较软且较轻的防弹结构的发展铺平了道路,该防弹结构可以在没有额外的金属镀层或陶瓷镀层——其通常增加防弹结构的总重量——的辅助下使手枪子弹和步枪子弹停止。

[0007] 例如,专利公开US 2014/0304877 A1公开了一种利用由诸如镍钛诺的形状记忆材料制成的三维间隔织物构造作为衬底材料的防弹衣。三维间隔织物构造用于减少所谓的“防弹衣后钝性损伤”,即由于防弹衣在弹体撞击到防弹衣的正面时的快速变形导致的非贯穿性损伤。这种变形是捕获弹体的阻滞及能量吸收过程的一部分。

[0008] 由形状记忆材料制成的三维间隔织物构造用作经由纤维的塑性变形和拉伸来吸收能量的纤维垫。通过特别地利用形状记忆材料的超弹性行为,包含三维间隔织物构造的防弹衣可以减少“防弹衣后钝性损伤”。

[0009] 仍然需要进一步改进防弹结构以获得越来越轻的结构,同时本发明的目的是提高采用这种结构的装置的安全性并减少冲击和伤害。所述目的利用如下防弹结构来实现,该防弹结构的主要特征在第一项权利要求中公开,而其他特征在其余权利要求中公开。

[0010] 本发明所基于的解决方案的思想在于制造一种防弹结构,该防弹结构包括由合成纤维的织物制成的至少第一防弹层(ballistic layer)以及包含第一保持元件的至少第二防弹层,其上约束有多个呈扁平片和/或直丝状元件的形式的细长金属结构,其中所述金属结构被约束在第一保持构件的不同位置处并且从第一保持元件基本上垂直地突出,并且其中细长金属结构的自由端被约束至所述第一织物层。

[0011] 由于这样的布置,细长金属结构被布置成吸收作用在垂直于平面的方向上的冲击能,该平面又垂直于细长结构,由此根据本发明的防弹结构利用细长金属结构的所谓的“屈曲效应”作为消除源自冲击的机械能的手段。这样的屈曲层通过采用可以与现有技术织物防弹层组合的相当轻且机械上简单的结构而允许实现非常高的变形度以及因此的机械能吸收。

[0012] 与US 2014/304877 A1的三维间隔织物构造相比,根据本发明的防弹结构显著更

简单,因为细长金属结构并非被针织以形成构造成经由塑性变形和拉伸来吸收能量的三维结构。不同的是,细长金属结构被约束成基本上垂直于第一保持元件,以便在冲击时利用屈曲来作为能量吸收手段。

[0013] 换言之,如果与US 2014/304877 A1的现有技术防弹结构相比,则细长金属结构的不同的布置允许利用不同的能量吸收机制。

[0014] 根据本发明,细长金属结构不需要完全垂直于第一保持元件,当细长金属结构相对于第一保持构件形成 70° 至 90° 的角度时,仍可以利用屈曲效应。

[0015] 此外,为了利用屈曲效应来吸收冲击能量,至少90%的细长金属结构相对于第一保持构件形成 70° 至 90° 的角度是足够的。

[0016] 与现有技术防弹结构相比,本发明的防弹结构在相同的防护等级上更轻,这对于制造防弹背心是特别有利的。

[0017] 本发明的防弹结构具有高度的可变形性,这有利地允许为该防弹结构提供任何期望的形状,并且不仅将其用于制造防弹背心,而且用于制造诸如结构呈圆顶形的士兵头盔的物品,或者甚至制造车辆车身的部件,这些部件根据车辆的设计通常具有可变的曲率。

[0018] 通过以下参照附图对本发明的实施方案进行的详细且非限制性的描述,根据本发明的防弹结构的其他优点和特征对于本领域技术人员而言将变得清楚,在附图中:

[0019] -图1示意性地示出了根据本发明的第一实施方案的防弹结构的截面,所述结构构造为士兵头盔的一部分;

[0020] -图2示意性地示出了根据本发明的第二实施方案的防弹结构的截面,所述结构构造为防弹背心的一部分;

[0021] -图3示意性地示出了根据本发明的第三实施方案的防弹结构的截面,所述结构构造为车辆车身的一部分;

[0022] -图4是根据本发明的防弹结构的第一测试样品的照片;

[0023] -图5是根据现有技术的防弹结构的第二测试样品的照片;

[0024] -图6是对图4的样品和图5的样品进行的压缩测试的比较结果的图表。

[0025] 根据本发明的防弹结构总体上由附图标记100表示,并且包括由诸如编织或层合的芳族聚酰胺纤维、玻璃纤维或碳纤维的合成纤维的织物制成的至少第一防弹层110。

[0026] 根据本发明,防弹结构还包括至少第二防弹层120,第二防弹层120又包括第一保持元件121,其上约束有呈扁平片和/或直丝状元件形式的多个细长金属结构122。金属结构122被约束在保持元件121的不同位置处,并且从保持构件121基本上垂直地突出。因此,细长金属结构122基本上彼此平行。

[0027] 用于制造一个或多个保持元件的合适材料可以是金属、塑料、织物或聚合材料。

[0028] 细长金属结构122可以通过将其胶合在形成于第一保持构件121中的相应腔室中而被约束至第一保持元件121,这在第一保持元件121是由塑料或诸如硅橡胶的弹性体材料制成的板时是优选的,或者细长金属结构122可以在第一保持元件121是像例如防弹织物那样的织物时通过缝合或压配合而被约束至第一保持构件121。

[0029] 细长金属结构122的自由端可以例如通过胶合或缝合而被直接约束至织物层110。替代性地,第二层120可以包括第二保持元件123,细长金属结构122被约束至第二保持元件123,第二保持构件123又被约束至织物层110。

[0030] 根据本发明的防弹结构的整体构型使得形成第二防弹层120的细长金属结构布置成在直丝状元件的情况下沿着其长度、即轴向地吸收基本上垂直于第一防弹层110和第一保持构件以及可选地垂直于第二保持构件作用的冲击力。

[0031] 这种构型允许利用细长结构的所谓的“屈曲效应”作为吸收由冲击力引起的机械能的手段。在科学中，屈曲是导致受到压应力的细长结构的失效模式的数学失稳。理论上，屈曲是由静态平衡方程解的歧点引起的。在增大压缩载荷下的某一阶段，在以下两种平衡状态中的一种平衡状态下能够承受更大的载荷：纯压缩状态（没有横向偏移）或侧向变形状态。

[0032] 通过由能够承受大变形的金属材料制造细长金属结构，进而可以吸收大量的机械能。

[0033] 根据本发明，细长金属结构122不需要完全垂直于第一保持元件121，当细长金属结构122相对于第一保持元件121形成70°至90°的角度时，也可以利用屈曲效应，即细长金属结构122可以相对于垂直于第一保持构件121的方向倾斜最高达20°。

[0034] 此外，为了利用屈曲效应来吸收冲击能量，至少90%的细长金属结构122相对于第一保持元件121形成70°至90°的角度是足够的。

[0035] 智能金属特别适于制造本发明的防弹结构的细长金属结构。智能金属包括超弹性合金和形状记忆金属，形状记忆金属在本领域中还已知为缩写“SMA”。这些材料在本领域中是众所周知的，并且例如在涉及超弹性且形状记忆的Ni-Ti合金的欧洲专利EP 0226826 B1中描述的。

[0036] 尽管智能金属（SMA和超弹性合金）的各种组成是已知的，但是在本领域中大多使用的智能金属是基于Ni-Ti合金的智能金属，其中镍和钛形成合金的至少70wt%。最常见的合金包含按重量计54%至55.5%的镍，余量为钛（微量的其他成分是可能的，通常其总含量小于1wt%）。

[0037] 这些合金通常不仅通过其组成而且通过其在经受加热过程（通常通过向其供应受控电流）时的行为来充分表征，所述加热过程导致这些合金在两个稳定相（奥氏体、马氏体）之间转变。特别地，As和Af是奥氏体相变开始时的起始温度和结束温度，而Ms和Mf则是代表马氏体相的起始温度和结束温度；关于经历可逆的奥氏体-马氏体转变的合金如镍钛诺的行为的更多细节和信息可以在各种出版物如美国专利4067752中找到。

[0038] 已知的是，SMA材料可以在经历加热处理时恢复其原始形状，因此在根据本发明的防弹结构中，可以使用其来使第二防弹层恢复原始形状，或者与表现出较高弹性的其他材料如超弹性合金一起使用作为第二防弹层发生了变形的证据（witness）。

[0039] 根据本发明，至少80%、优选地至少95%的细长金属结构122由超弹性合金例如镍钛诺制成，其余由例如形状记忆合金制成。使用由形状记忆合金制成的细长金属结构是有利的，原因在于其可以作为冲击的“可逆证据”，并且甚至可以在加热时通过焦耳效应恢复其原始形状。

[0040] 结合现有技术的防弹织物诸如由芳族聚酰胺纤维制成的防弹织物的能量吸收作用，由此可以获得改进的防弹结构，与现有技术的防弹织物相比，其特征在于更高的吸收机械能及减少冲击和伤害的能力，同时基本上保持了其柔软性和轻质量。

[0041] 细长金属结构122之间的相互距离小于其长度的0.4倍，该距离是相对于约束至第

一保持构件121的金属结构122的端部测量的。这种构型允许实现每单位面积相对较大数量的细长金属结构122,从而有效地有助于防止像子弹那样的物体穿透到结构中。

[0042] 为了适当地利用屈曲,细长金属结构122被约束至第一保持构件121以及还可能被约束至第二保持构件123,所述第一保持构件121和第二保持构件123基本上垂直于细长金属结构122。因此,细长金属结构122基本上彼此平行,但是也可以形成相互倾斜范围为 0° 至 20° 的倾斜布置,如从对下述实施方案的描述中将清楚的。

[0043] 为清楚起见,附图中所示的各个部件的尺寸和尺寸比已经改变,特别但非排他性地涉及细长金属结构的高度和宽度。

[0044] 参照图1,示出了构造为士兵头盔壳体的防弹结构。

[0045] 士兵头盔包括防弹结构100,防弹结构100又包括形成壳体的外表面的第一防弹层110,而第二防弹层120形成壳体的意在面向使用者头部的内层。

[0046] 第一防弹层110由合成纤维如编织或层合的芳族聚酰胺纤维的织物制成。第一防弹层的厚度取决于所需的防护等级。该层的合适厚度例如可以为7mm至8mm,这可以根据现有技术通过叠加和约束多层编织或层合的芳族聚酰胺纤维——例如5层至50层的编织或层合的芳族聚酰胺纤维——来获得。

[0047] 第二防弹层120包括面向头盔壳体内部的第一保持元件121以及从第一保持元件121垂直地伸出并将其连接至第一防弹层110的多个细长金属结构122。第一防弹层110与第二防弹层120之间的连接可以通过将细长金属结构122的自由端例如通过胶合或压配合而直接约束至第一防弹层110来形成。替代性地,如图1所示,第二防弹层120可以包括第二保持构件123,细长金属结构122的自由端固定至第二保持构件123,所述第二保持构件123又被约束至、例如胶合至第一防弹层。

[0048] 第一保持构件121和第二保持构件123可以由例如弹性体材料如硅橡胶制成,这允许组装平坦构型的第二防弹层120——这必需将细长元件122配装并约束在第一保持构件121与第二保持构件123之间,并且以容易地将第二防弹层120设置成圆顶形状以便将其配装到头盔壳体中。

[0049] 细长金属结构体122优选地为直丝状元件,这允许第二防弹层120容易地成形为圆顶状以配装并耦接至由第一防弹层110形成的头盔外壳110。

[0050] 直丝状元件122的直径为 $75\mu\text{m}$ 至 $350\mu\text{m}$,直丝状元件122的长度可以是约20mm,这导致利用欧拉公式计算的长细比为约800。

[0051] 第二防弹层120可以包括每平方厘米最高达60个直丝状元件,这代表细长金属结构的组装便利性与密度之间的较好折衷,从而允许有效地抵抗像子弹那样的物体穿透到防弹结构100中。

[0052] 虽然仅示出了第一防弹层110和第二防弹层120,但是图1的头盔可以包括例如布置在第一防弹层110上方的诸如金属层或陶瓷层的另外的层以实现更高的防护等级。

[0053] 图2示出了本发明的第二实施方案,其中防弹结构100构造为防弹背心的一部分。

[0054] 类似于图1的实施方案,第一防弹层110由合成纤维的织物诸如编织或层合的芳族聚酰胺纤维制成。在这种情况下,第一防弹层的厚度还取决于所需的防护等级。该层的合适厚度例如可以为2mm至3mm,这可以根据现有技术通过叠加并约束多层编织或层合的芳族聚酰胺纤维来获得。

[0055] 第二防弹层120包括第一保持元件121以及从第一保持构件121垂直地伸出并将其连接至第一防弹层110的多个细长金属结构122。类似于第一防弹层110,第一保持元件121可以由合成纤维的织物诸如编织或层合的芳族聚酰胺纤维制成,并且同样具有2mm至3mm的厚度。细长金属结构通过将由超弹性合金如镍钛诺制成的连续的线缝合至第一保持构件121和第一防弹层110来形成。细长金属结构在第一保持构件121和第一防弹层110之间垂直地伸出,以允许在冲击压缩力作用于第一防弹层110上时屈曲。

[0056] 细长金属结构的直径优选地为0.05mm至0.3mm,而细长金属结构的高度为0.5mm至3mm,这使得利用欧拉公式计算的长细比为约160。

[0057] 细长金属结构的缝制允许实现每平方厘米高于60个直丝状元件的密度,在这种情况下同样有效地有助于抵抗像子弹那样的物体穿透到防弹结构中。

[0058] 因此,根据图2的实施方案的防弹结构100的整体构型是特别适于制造防弹背心的柔软的、轻质的且可高度变形的构型。

[0059] 现在转向图3,根据本发明的另一实施方案,防弹结构也可以用作诸如汽车或坦克的车辆的车身的一部分。

[0060] 如图3所示,在这种情况下,防弹结构同样也包括由合成纤维的织物如编织或层合的芳族聚酰胺纤维制成的第一防弹层110。第一防弹层的厚度取决于所需的保护等级,并且例如可以约为10mm,这根据现有技术通过叠加并约束多层编织或层合的芳族聚酰胺纤维来获得。

[0061] 第二防弹层120包括第一保持元件121和多个细长金属结构122,其中,第一保持构件121意在安装于车辆的车身、例如安装到底盘C上,所述多个细长金属结构122优选地呈直丝状元件的形式,并且从第一保持构件121垂直地伸出并将其连接至第一防弹层110。类似于图1的实施方案,第一防弹层110与第二防弹层120之间的连接可以通过将细长金属结构122的自由端例如经由胶合或压配合而直接约束至第一防弹层110来形成。替代性地,如图3所示,第二防弹层120可以包括第二保持构件123,细长金属结构122的自由端固定至第二保持构件123,所述第二保持构件123又被约束至、例如胶合至第一防弹层。

[0062] 在这种情况下,细长金属结构的长度可以是例如15mm至20mm,而细长金属结构的直径可以是例如0.35mm至0.6mm,这使得利用欧拉公式计算的长细比为约340。

[0063] 有利地,可以将另外的防护层附接至第一防弹层110以增强保护,诸如是例如通过胶合而约束至第一防弹层110的陶瓷层130,并且还可能是例如通过胶合约束至陶瓷层130的金属层140。

[0064] 为了测试根据本发明的防弹结构的有效性,构建了根据本发明制备的两个测试样品和根据现有技术制备的比较测试样品,并在压缩单元中进行压缩测试。

[0065] 根据本发明的防弹结构的第一测试样品S1是通过使用六十根直的超弹性镍钛诺线作为细长金属结构122而构建的。超弹性镍钛诺线的直径为300 μ m,长度为34mm。

[0066] 超弹性镍钛诺线被约束至第一保持构件121,所述第一保持构件121由商购的商品名为FullCure Verogray 850的用于作为标准的目的的丙烯酸类光聚合物制成。第一测试样品S1还包括由有机硅制成的第二保持构件123。

[0067] 第一保持构件121和第二保持构件123具有方形基部,该方形基部的侧部的长度为30mm且厚度为5mm。

[0068] 图4示出了第一测试样品S1的图片。

[0069] 构建了第二测试样品S2,第二测试样品S2在图中未被示出并且与第一测试样品S1具有相同的结构。测试样品S1与测试样品S2之间的唯一差异在于测试样品S2的六十根直的超弹性镍钛诺线的长度为26mm而非34mm,因此比第一测试样品S1的线更短。

[0070] 通过采用类似的第一保持构件121和第二保持构件123以及直径为300 μ m的同类型超弹性镍钛诺线来构建第三比较测试样品S3。然而,如图5所示,比较测试样品S3特征为“支架”构型,其中,线122相对于第一保持构件121倾斜并与第一保持构件121形成45°的角度。

[0071] 第三比较测试样品S3代表根据上述专利申请US 2014/304877A1的现有技术防弹结构的实例。

[0072] 类似于第二测试样品S2,比较测试样品S3的高度为26mm。由于线122的不同的倾斜度,第一保持构件121具有矩形形状,第一保持构件121的较大的侧部长70mm。

[0073] 如在图4和图5中可以理解的那样,测试样品全都不具有第一防弹层110,这是因为测试的目的是就第二防弹层120而言测量并比较三个样品的能量吸收能力。

[0074] 三个测试样品安装在商购的商标为Instron的压缩测试单元上。该压缩测试单元设置有500N的测压元件(load cell)。

[0075] 更具体地,将每个测试样品的第一保持构件121和第二保持构件123在未压缩状态下一一即,通过将板分别设置在34mm和26mm的距离处一一约束至压缩测试单元的相对的板。然后将每个测试样品以每分钟2mm的速度压缩10mm,接着释放以恢复其原始高度。测试是在室温下进行的。

[0076] 图6是表示三个样品的压缩测试结果的图表。以连续的粗线示出的曲线1表示测试样品S1的滞后循环,以连续的细线示出的曲线2表示测试样品S2的滞后循环,而以虚线示出的曲线3表示比较测试样品S3的滞后循环。应当理解的是,根据本发明制备的测试样品S1和S2由于细长金属结构、即镍钛诺线的垂直于相应的第一保持构件的布置而比比比较测试样品S3具有更高的刚度(各个滞后曲线的最左侧部分)。由于比较样品S3的细长金属结构因其相对于第一保持构件的倾斜布置而更容易弯曲,因而比较样品S3具有较低的刚度。

[0077] 还应当理解的是,测试样品S1和S2的特征在于比比比较测试样品S3具有更大的滞后面积。这是因为测试样品S1和S2利用了其细长金属结构的屈曲效应,而比较样品S3的细长金属结构的倾斜布置不适于此目的,并且线仅经受弯曲,从而导致较小的滞后面积。

[0078] 屈曲能量吸收效果特别地由测试样品S1和S2的滞后曲线的初始的几乎线性部分之后的弯月形部分示出,弯月形部分表示细长金属结构发生屈曲时的行程/变形水平。

[0079] 图6还清楚地示出了:第一测试样品S1的较长的细长金属结构(高度为34mm)与测试样品S2的较短的细长金属结构(高度为26mm)相比由于较高的长细比而允许实现更高的能量吸收(滞后循环曲线的面积)。

[0080] 已经参照本发明的优选实施方案公开了本发明。本领域技术人员将理解的是,可以存在与由所附权利要求限定的本发明思想相关的其他实施方案。

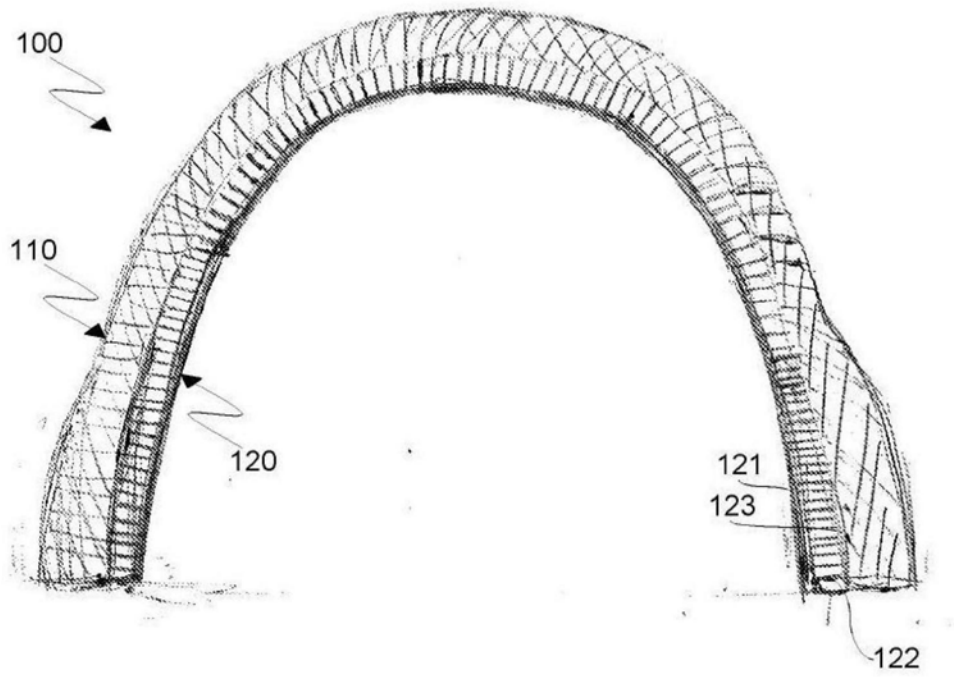


图1

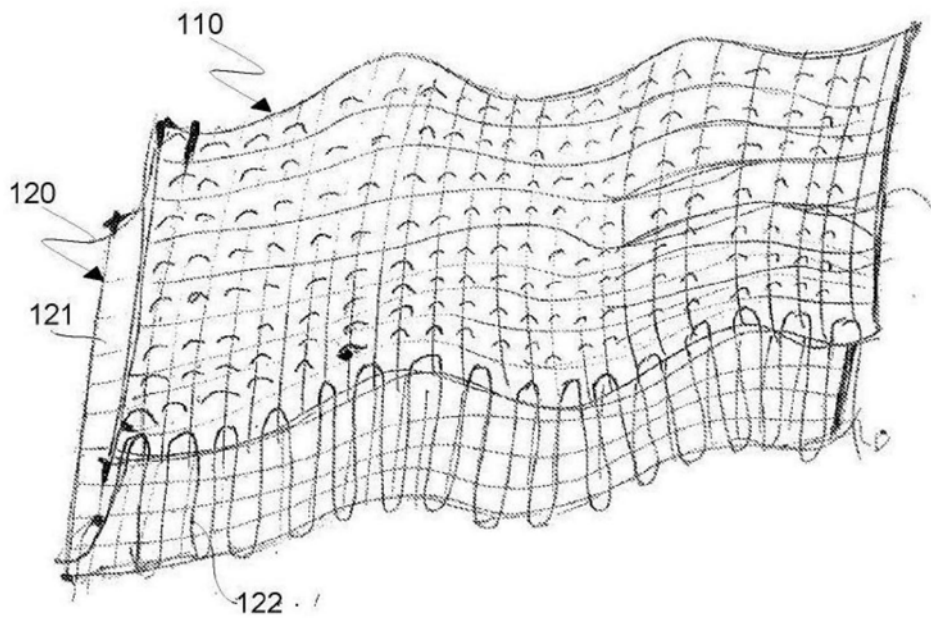


图2

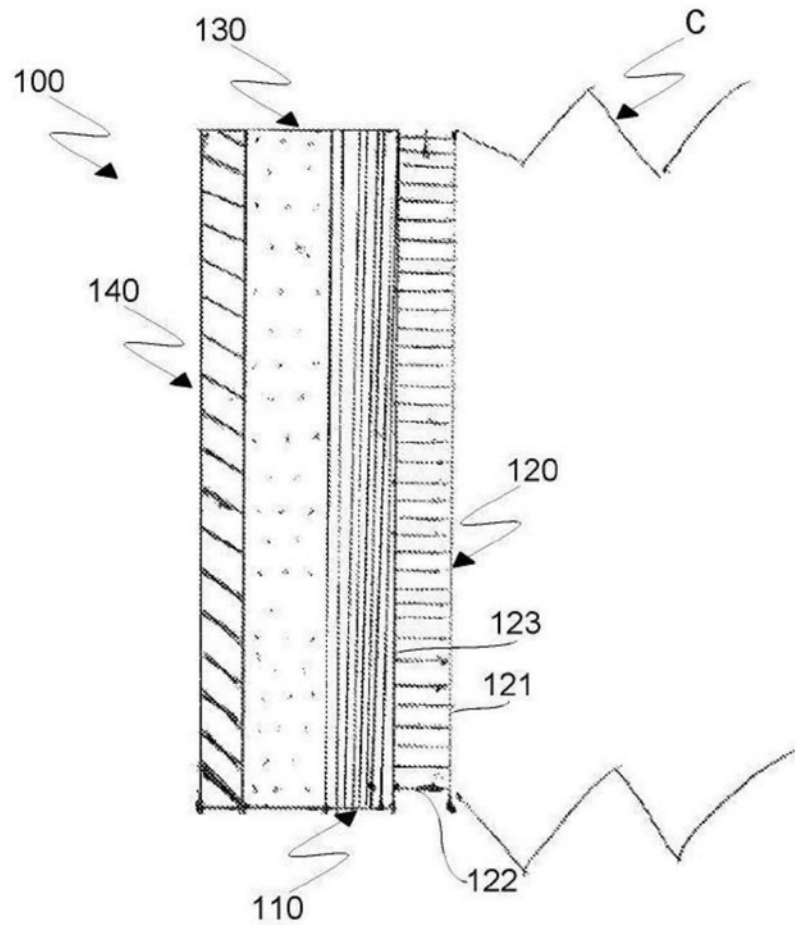


图3

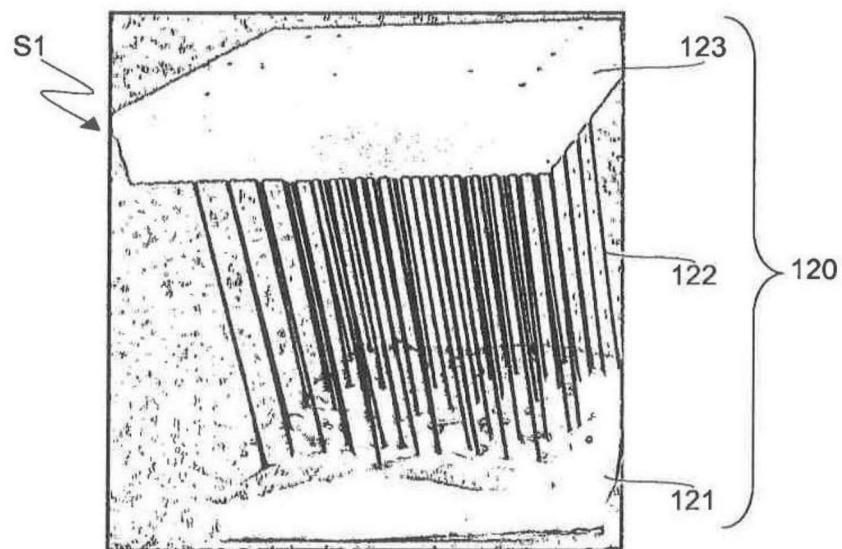


图4

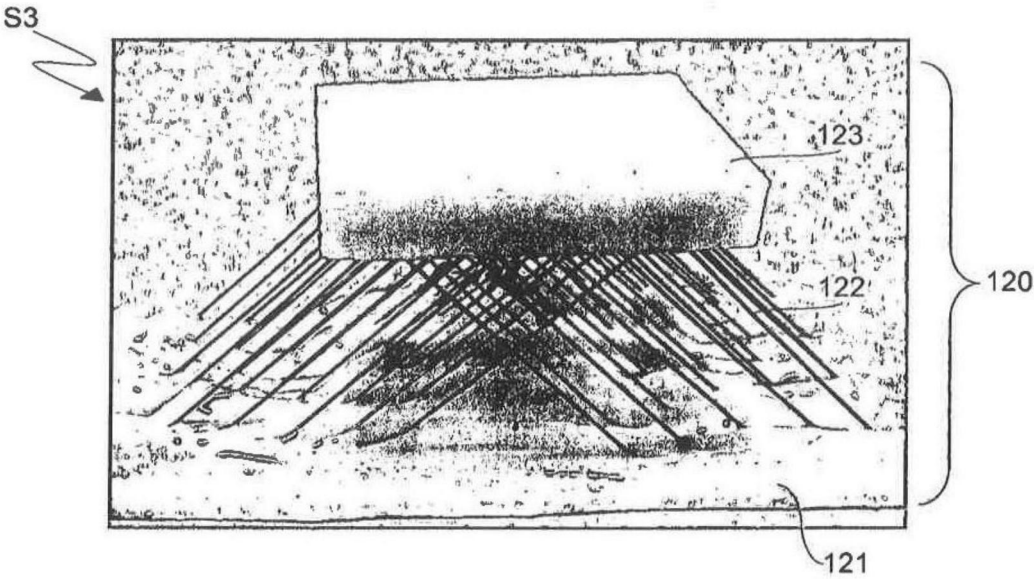


图5

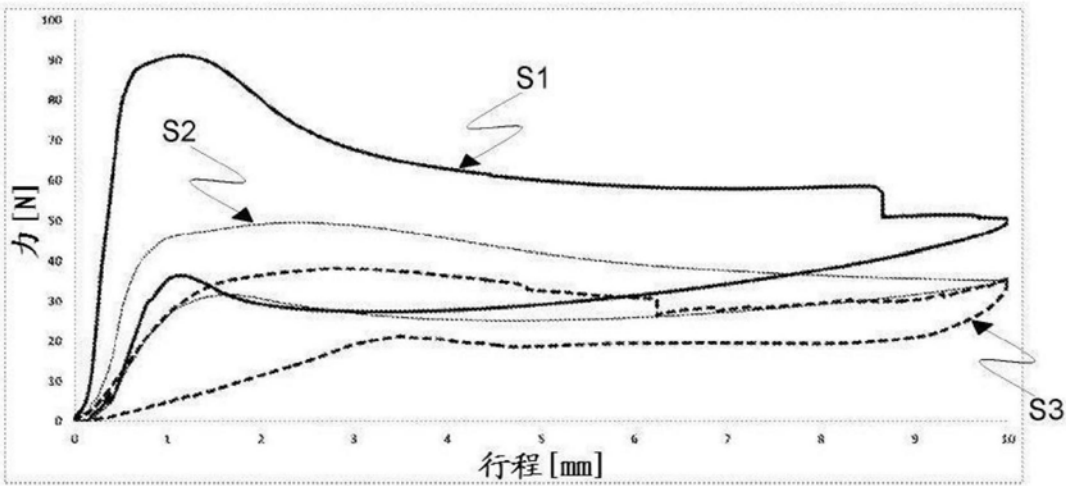


图6