

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200480039779.2

[51] Int. Cl.

B32B 3/10 (2006.01)
B32B 3/12 (2006.01)
B32B 3/20 (2006.01)
B32B 3/24 (2006.01)
B32B 3/26 (2006.01)
B32B 3/28 (2006.01)

[45] 授权公告日 2009年9月30日

[11] 授权公告号 CN 100544949C

[51] Int. Cl. (续)

B32B 3/30 (2006.01)
B32B 5/26 (2006.01)
B32B 5/28 (2006.01)
B32B 15/02 (2006.01)
B32B 15/14 (2006.01)
F41H 1/02 (2006.01)
F41H 5/04 (2006.01)

[22] 申请日 2004.7.29

[21] 申请号 200480039779.2

[30] 优先权

[32] 2004.1.19 [33] AU [31] 2004900201

[86] 国际申请 PCT/AU2004/001004 2004.7.29

[87] 国际公布 WO2005/068176 英 2005.7.28

[85] 进入国家阶段日期 2006.7.3

[73] 专利权人 伊兰科有限公司

地址 澳大利亚瓦尼阿萨

[72] 发明人 贾斯科·穆塞芬迪克

[56] 参考文献

DE10153165A1 2003.5.8

US5903920A 1999.5.18

US20030180517A1 2003.9.25

审查员 李超

[74] 专利代理机构 北京银龙知识产权代理有限公司

代理人 张敬强

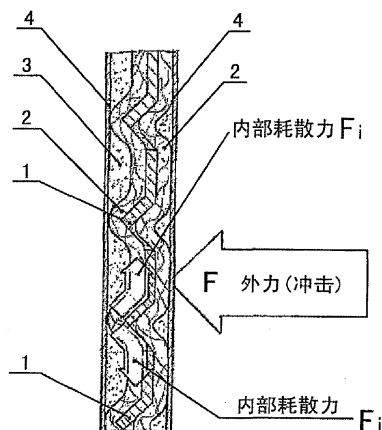
权利要求书 3 页 说明书 9 页 附图 3 页

[54] 发明名称

高冲击强度弹性复合纤维金属层压制品

[57] 摘要

一种耐损害的高冲击强度弹性纤维金属层压制品，具有：a) 第一外层，b) 第二外层，c) 第一板层，d) 第二板层，所述第一和第二板层位于第一和第二外层之间，e) 在第一和第二板层之间的至少一个耗散元件，适于将施于两个外层中的至少一个的随机定向的局部负荷，耗散并改向成第一和第二板层的纵向(拉伸)拉伸负荷；和 f) 在(a)、(b)、(c)和(d)之间的聚合物基体。耗散元件选自金属网，装饰网、刚性金属、波形板、管等具有耗散和改向功能的结构，将施于至少两个外表面之一的局部有效负荷(冲击)耗散并改向成在纤维增强内板层内的纵向(拉伸)负荷。



1. 高冲击强度弹性纤维金属层压制品，包括：
 - a)第一外层，
 - b)第二外层，
 - c)第一板层，
 - d)第二板层，所述第一和第二板层位于第一和第二外层之间，
 - e)在第一和第二板层之间的至少一个耗散元件，适于将施于两个外层中的至少一个的随机定向的局部负荷，耗散并改向成第一和第二板层的纵向拉伸负荷；
 - f)在(a)、(b)、(c)和(d)之间的聚合物基体。
2. 根据权利要求1所述的高冲击强度弹性纤维金属层压制品，其中 (c)、(d)、(e)和(f)的复合层位于外层之间。
3. 根据权利要求1或2所述的高冲击强度弹性纤维金属层压制品，其中第一和第二板层是增强板层。
4. 根据权利要求1或2所述的高冲击强度弹性纤维金属层压制品，其中耗散元件是一种或多种选自由各种金属和非金属结构组成的元件。
5. 根据权利要求4所述的高冲击强度弹性纤维金属层压制品，其中，所述金属和非金属结构为金属网，装饰网、刚性金属、波形板、管、球、铝泡沫或类金属泡沫结构。
6. 根据权利要求1或2所述的高冲击强度弹性纤维金属层压制品，其中耗散元件由一种或多种选自金属和非金属材料材料制成。
7. 根据权利要求6所述的高冲击强度弹性纤维金属层压制品，其中所述金属和非金属材料材料为铝合金、钢合金、锌合金、钛合金、铜合金、镁合金、镍合金、铝合金基体复合物、热塑性塑料、塑料制品、聚合物泡沫、木材或者橡胶。
8. 根据权利要求6所述的高冲击强度弹性纤维金属层压制品，其中耗散元件设置为：单向、交叉布层、对称、平衡、准各向同性或混合板层。
9. 根据权利要求3所述的高冲击强度弹性纤维金属层压制品，其中所述

的增强板层由一种或多种选自如下的材料制成：芳香族聚酰亚胺、碳和单独的或混合的纤维增强板层。

10. 根据权利要求 9 所述的高冲击强度弹性纤维金属层压制品，其中所述纤维增强板层为四轴、单向、双偏向、二轴、三轴、平织或机织粗纱。

11. 根据权利要求 1 或 2 所述的高冲击强度弹性纤维金属层压制品，其中所述的基体由一种或多种选自热固性的和热塑性基体制成。

12. 根据权利要求 11 所述的高冲击强度弹性纤维金属层压制品，其中所述热固性的和热塑性基体为乙烯基酯、环氧树脂、酚醛树脂、阻燃剂、耐腐蚀性树脂或粘合剂。

13. 根据权利要求 11 所述的高冲击强度弹性纤维金属层压制品，其中涂料和/或颜料加入到基体中。

14. 根据权利要求 9 所述的高冲击强度弹性纤维金属层压制品，其中所述的增强板层设置为：单向、交叉布层、对称、平衡、准各向同性或混合板层。

15. 根据权利要求 1 或 2 所述的高冲击强度弹性纤维金属层压制品，其中所述的外层由金属和非金属或多种材料制成。

16. 根据权利要求 15 所述的高冲击强度弹性纤维金属层压制品，其中所述金属和非金属或多种材料为铝合金、钢合金、锌合金、钛合金、铜合金、镁合金、镍合金、合金基体复合物、木材、塑料制品、橡胶、纸、热塑性塑料、聚合物、泡沫或者橡胶。

17. 根据权利要求 1 或 2 所述的高冲击强度弹性纤维金属层压制品，还具有基于一种或多种金属和非金属材料的至少一种附加层。

18. 根据权利要求 17 所述的高冲击强度弹性纤维金属层压制品，其中，所述金属和非金属材料为泡沫、木材、橡胶、蜂巢结构、热塑性塑料、塑料制品、聚合物、混合夹层、纸。

19. 根据权利要求 1 或 2 所述的高冲击强度弹性纤维金属层压制品，其特征在于：所述层压制品与由金属和非金属材料制成的结构或/和蜂巢结构组合使用。

20. 根据权利要求 19 所述的高冲击强度弹性纤维金属层压制品，其特征

在于：所述金属和非金属材料为木材、热塑性塑料、聚合物、泡沫、混合夹层、橡胶、纸。

21. 根据权利要求 3 所述的高冲击强度弹性纤维金属层压制品，其特征在于：至少一种耗散元件的使用在层压制品结构中产生耗散的负荷平衡，其中外部负荷的一个组成部分被重新分布在增强板层主轴的纵向上。

高冲击强度弹性纤维金属层压制品

发明领域

一种新型的高冲击强度弹性纤维金属层压制品结构，代表一种耐损害设计哲学的新方法，具有用于形成外表面 4 的第一和第二外表面层，第一和第二板层 2，以及耗散元件 1 和聚合物基体 3。

耗散元件 1 是各种金属和非金属结构（金属网，装饰网、刚性金属、波形板、管、球和任意其它的类似形式，铝泡沫或其它类金属泡沫结构），所述结构具有耗散和改向功能，将施于至少两个外表面之一的局部有效负荷（冲击）耗散并改向成在纤维增强内板层内的纵向（拉伸）作用力负荷。

外板层 2 由各种增强材料（玻璃，芳族聚酰胺，碳纤维，和任何其它的单独或混合的种类），与各种任意已知的热固性和热塑性基体 3：乙烯基酯、环氧树脂、酚醛树脂、聚丙烯、尼龙、阻燃剂、耐腐蚀剂、任意合适的粘合剂、涂料和颜料一起组成。

外表面层 4 由各种金属和非金属材料制成。

发明背景

连续的单向纤维复合物的弹性性能是高各向异性的并根据施加压力决定纤维的定向。单向层压制品的轴向抗拉强度通常受纤维的临界应变的控制。单向层压制品的横向抗拉强度主要受基体临界应变的控制。纤维增强结构的强度至少在纵向比在纤维主轴的横向/垂直的方向上大得多。

与通常结构的材料相比，新型高冲击强度弹性纤维金属层压制品组提供了一种特别是在极限负荷（冲击）过程中的独特的机械强度组合，与由钢或铝制成的相似样品相比，重量明显减轻。

与已知的/现存的主要缺陷是易脆性的复合物结构相比，新型高冲击强度弹性纤维金属层压制品提供了一种在塑性变形之后具有极高水平的弹性和弹性恢复的高冲击抵抗力。

新型高冲击强度弹性纤维金属层压制品结构由成本低的标准材料制成，

并与所有现存的纤维-金属层压制品相比，其显示出明显改进的机械性能。它的性能包括：

- 高的冲击强度，
- 高的能量吸收能力，
- 冲击下的高弹性，
- 在塑性变形过程中的弹性恢复的高百分比，
- 在纤维增强方向上的内力/冲击能的消散，
- 低密度，
- 所有方向的高抗拉强度，
- 高耐疲劳性和耐久性，
- 简单和经济的加工和制造。

与所有可聚合复合物加工共有的特征是混合树脂、固化剂、某些类型的增强纤维和某些情况下的溶剂。通常，热和压力用于将混合物定型和“固化”成零配件。在复合物中，树脂用于将纤维控制在一起并保护它们，并转移载体至合成复合物部分的纤维中。固化剂，已知也为硬化剂，作为催化剂并帮助固化树脂成硬塑料。增强纤维将强度和其它需要的性能赋予复合物。

新型高冲击强度弹性纤维金属层压制品的制备包括所有已知的复合物制造方法，如：

1、手工叠层法

手工叠层法技术是用于制造复合或增强纤维制品的最古老、最简单和最常用的方法之一。

制品平衡放置在一形成希望形状的模具上。可需要几层。用手将树脂浸渍进纤维中，所述纤维为机织、编织、缝合、粘合织物。这通常由辊子或刷子完成，并且逐渐增加使用轧辊型浸渍机，通过旋转辊和树脂浴将树脂压入织物。接着层压制品在标准的大气压条件下进行固化。

材料参数

树脂：任意，如环氧树脂、聚酯、乙烯酯、酚醛树脂。

纤维：任意，尽管重的芳族聚酰胺织物很难用手浸湿。

核：任意。

主要优点:

- i) 广泛使用很多年;
- ii) 教导原理简单;
- iii) 假如使用室温固化树脂, 工具成本低;
- iv) 供给品和材料类型的选择广泛; 和
- v) 与喷涂叠层法相比, 具有更高的纤维含量和更长的纤维。

2、真空装袋法

这主要是上述湿叠层法工艺的延伸, 其中压力施加到叠层的层压板上以改善其固结。通过在湿的叠层层压制品上密封一塑料薄膜并密封到工具上而实现。袋中的空气由真空泵抽出, 这样高达一个大气压的压力能施于层压制品上以固结它。

材料参数

树脂: 主要是环氧树脂和酚醛树脂。聚酯和乙烯酯由于用真空泵从树脂中连续抽提可能存在一些问题。

纤维: 联合的压力意味着重的织物可被浸湿。

核: 任意。

主要优点:

- i) 通常比标准的湿叠层技术能够实现更高的纤维含量层压制品;
- ii) 获得比湿叠层法更低的气孔率;
- iii) 更好的纤维浸湿, 由于遍及结构纤维的压力和树脂流动, 会过量进入袋装材料;
- vi) 健康和安​​全: 真空袋降低了在固化过程中散发的挥发物的量。

3、高压釜浇铸

在其它情况中, 热固性复合材料最优化的性能需要增加纤维与树脂的比例并除去所有的气穴。这可通过将材料在升高的压力和温度下实现。正如在真空袋装法部分描述的, 某些压力能够通过将真空施于含有树脂/纤维叠层的密封袋来施加。

然而, 为达到三维、均一的大于 1 巴的压力, 需要附加的外压。用于达到多种多样的不同形状和尺寸的最可控的方法是通过将压缩气体施入含有叠

层复合物的压力容器。实际上，这在高压釜中进行。

为了在新型高冲击强度弹性纤维金属层压制品（图 1）获得内部有效压力/冲击能耗散，各种金属和非金属结构可用做耗散元件：金属网、装饰网、刚性构造、波形板、管、球和任意其它的类似形式，铝泡沫或其它类金属泡沫结构和任意其它相似形式（2），并包括但不限于一种或多种选自如下金属和非金属材料的元件如：铝合金、钢合金、锌合金、钛合金、铜合金、镁合金、镍合金、铝合金基体复合物、热塑性塑料、塑料制品、聚合物泡沫、木材、橡胶。

作为负荷改向/耗散的结果，增强层板内现在具有拉伸作用力/负荷，并且基于纤维增强材料的机械性能，其中增强材料的抗拉强度至少比横向强度高很多，结果是新结构的强度明显更高。

根据本发明，新型的高冲击强度弹性纤维金属层压制品的冲击抵抗力不是主要由基体（3）的性能决定；其现在直接取决于增强纤维的机械性能。

关于定向，这些内部的耗散元件可设置为：单向、交叉布层、对称、平衡、准各向同性。

在制造各种新型的高冲击强度弹性的纤维金属层压制品中的成分可使用任何单独的或混合的已知增强纤维，该纤维由一种或多种选自如下的材料制成：E-玻璃，R-玻璃，S2-玻璃，芳族聚酰胺，碳和各种纤维增强材料 2 如四轴的、单向性的、双偏向的、二轴的、三轴的、平织的、机织粗纱的、使用任意已知的基体 3：乙烯基酯、环氧树脂、酚醛树脂、阻燃剂、耐腐蚀性树脂、和任何种类的粘合剂、涂料和颜料。

关于定向，增强板层可设置为：单向、交叉布层、对称、平衡、准各向同性和混合的层压制品。

外表面层 4，不论是用于保护或装饰目的，可为金属和非金属材料的如下任意一种：铝合金、钢合金、锌合金、钛合金、铜合金、镁合金、镍合金、合金基体复合物、木材、塑料、橡胶、纸、热塑性塑料、聚合物、泡沫、橡胶。

新型的高冲击强度弹性纤维金属层压制品可包括基于各种金属和非金属材料的结构，如：蜂巢结构、木材、泡沫、热塑性塑料、陶瓷制品、各种夹

层结构、橡胶。

纳米结构可如上所述形成，以代替昂贵的材料如硼及其它提到的材料，以降低高价并使得它们广泛适用于工业。

新型的高冲击强度弹性纤维金属层压制品的制造过程包括两个另外的操作，其含有：

用作耗散元件的结构的制造（清洗/阳极化）；和

一个或多个内部耗散元件在新型的高冲击强度弹性纤维金属层压制品以及其它的复合结构的实施。

作为用于新型的高冲击强度弹性纤维金属层压制品的制造部分/结构的第二阶段，下述的工艺可使用在金属和塑料的成型工艺中使用的绝大多数的技术，如：模制、冲压，在冷变形成型工艺中使用的技术，如：冲裁、冲孔、折边、压花、弯曲、拉拔。

基于新型的高冲击强度弹性纤维金属层压制品发明理念设计、制造和加工的主要和次要结构可用于：

航空工业（民用的和军用的），

航天工业（民用的和军用的），

火车和铁路工业（民用的和军用的），

海运工业（民用的和军用的），

汽车工业（民用的和军用的），

所有种类的建筑业（民用的和军用的），

防御工业/弹道学（民用的和军用的），

建筑业、装饰、机械、家具和市政工程、路边安全障碍等，

多种通用应用，

纳米技术发展的材料。

实施例

例如，测量和计算新型高冲击强度弹性纤维金属层压制品样品的平均性能，该样品是由 E-玻璃四轴编织纤维 1200 gr/m²，一个外部的/耗散元件：铝装饰网型 R 和乙烯基树脂 DERAKANE411-350 的两个外层制成的，是：

—抗拉强度 $\sigma > 1000 \text{Mpa}$,

- 密度 $\rho=2247 \text{ kg/m}^3$,
- 峰冲击压力 $F=184.3\text{kN}$ (未穿透),
- 吸收的冲击能 $E_A=3985\text{J}$ (未穿透),
- 变形 41 mm ,
- 杨氏弹性模量 $E=33 \text{ GPa}$,
- 泊松比 $\nu=0.33$ 。

表 1.在具有新型高冲击强度弹性纤维金属层压制品的汽车和航空业中使用的材料的选择的机械性能的比较

材料	厚度 [mm]	比重 [kg/m ³]	每 1m ² 重量 [kg/m ³]	吸收的 冲击能 [J]	吸收的 冲击能 /重量 比率 [J/Kg]	变形 [mm]	峰值压 力[kN]	抗拉强 度 [MPa]
铝	1.5	2750	4.13	0	0	穿孔	-	485
钢	0.8	7850	6.28	0	0	穿孔	-	655
钢	1.5	7850	11.78	4272	1453	69	133.4	655
蜂巢结 构	4.3	1220	5.25	-	-	穿孔	-	-
Glare-5	2.0	2590	5.18	150	-	穿孔	10.3	-
ELAC O TM ₁	2.9	2247	6.51	3985	1510	41	184.3	>1000
ELAC O TM ₂	5.0	1934	9.67	3778	1108	13	153.9	>1000
ELAC O TM ₆	15.2	1304	19.82	3919	688	29	176.0	>1000
DYN1	-	-	-	3727	-	穿孔	91.7	-
DYN5	-	-	-	4100	-	穿孔	69.9	-

图标:

-Glare-5 数据, “Application of Fibre-Metal Laminates”, Polymer Composites, 2000 年 8 月, [穿孔前的吸收冲击能 (最大)]

-DYN1 和 DYN5 数据 (基于 Kevlar 增强物的结构), 形成”Impact Testing in Formula One”, A.N.Mellor , (100mm 内置换的吸收冲击能)Transport Research Laboratory, Crowthorne, England,(“ICRASH 2002”, International Conference, 2002 年 2 月, Melbourne),

-ELACOTM-新型高冲击强度弹性纤维金属层压制品结构。

用重 45 kg 的固体钢制成的冲击器的受控的料滴重量冲击塔严格测试样品 (铝、钢和新型高冲击强度弹性纤维金属层压制品结构)。冲击器头部形成一直径为 200 mm 的球。样品尺寸是 500×500 mm。冲击器的速度在冲击时是 55 km/h。

厚度 1.5 mm 的钢样品和样品 ELACOTM1(表 1)的比较, 显示由 ELACOTM1 吸收的冲击能的水平大于由钢样品吸收的冲击能的水平的 93%, 而且冲击后变形降低 40%。同时, 在 ELACOTM1 和钢 1.5 mm 之间的重量降低超过 100%。

与钢 1.5 mm 样品相比, ELACOTM2 显示高水平的弹性, 在重量明显减少的同时变形显著降低。ELACOTM2 的变形仅为钢样品记录的变形的 20%, 并且吸收的冲击能为钢样品吸收的冲击能的 88%。

使用新型的高冲击强度弹性纤维金属层压制品给予负荷下的高度的可控的和可预测的行为, 包括:

由于使用已知的和已经建立的制造工艺, 制造成本最小化;

成品重量明显减少;

通过替换更重的金属 (钢和铝) 和更昂贵的金属, 表明机械性能增加;

期望的改进的耐疲劳性;

低的保养和修理花费;

创新的节约成本的方案, 可以解决受必须使用传统的更重的金属墙板限制的问题;

在组件中可以用数量少的主要部件制造复杂部件。

新型高冲击强度弹性纤维金属层压制品的期望性能给使用者独特机会以在大范围的负荷, 特别是在极限的冲击负荷下, 制造具有容易复制、紧密受

控的结构。

新型高冲击强度弹性纤维金属层压制品的物理性能能够在较大范围内改变，并根据与各种材料组合形成新结构的特定的最终应用的需要而精确地剪裁。

所有上述效果是应用和进一步开发日常使用在制造、运输、包装和一般工业中的高科技、高冲击强度、成本低的新产品和部件的全球性良机。

附图简要说明

图 1.是具有耗散元件的新型高冲击强度弹性纤维金属层压制品的部分横截面示意图。

图 2.是具有波形钢板作为耗散元件的新型高冲击强度弹性纤维金属层压制品的部分横截面示意图。

图 3.是具有装饰网/刚性构造作为耗散元件的新型高冲击强度弹性纤维金属层压制品的部分横截面示意图。

图 4.示出样品重量和吸收的冲击能之间关系图。

图 5.示出样品间重量比较图。

优选实施方案的详细描述

图 1.举例说明内部压力-冲击能耗散和改向的基本原理，将施于新结构的两个外表面的至少一个的局部有效负荷（冲击） $[F]$ 耗散并改向成在纤维增强板中的纵向（拉伸）作用力 $[F_i]$ 。这些压力形成如图 1.所示的压力平衡。图 1.示出新的新型高冲击强度弹性纤维金属层压制品结构(ELACO™7)的实例，其中管 1 是耗散元件。

图 2 和 3，示出另外两个实施例，其中应用的作为耗散元件 1 的各种金属结构（金属网，装饰网、刚性构造、波形板）能够将所述结构表面的外部有效压力/冲击能 $[F]$ 改向成在增强板 2 中的纵向力/作用力 $[F_i]$ 。

图 3 示出由新型高冲击强度弹性纤维金属层压制品样品吸收的非常高的冲击能量的一致性。

图 4 示出与钢或铝相比，新型高冲击强度弹性纤维金属层压制品材料的比重明显减轻。

尽管为示例目的详细公开了本发明特别优选的实施方案，但应当认识到，

该公开发明的变型和修改，包括使用各种材料来制造新型高冲击强度弹性纤维金属层压制品，都在本发明的范围之内。

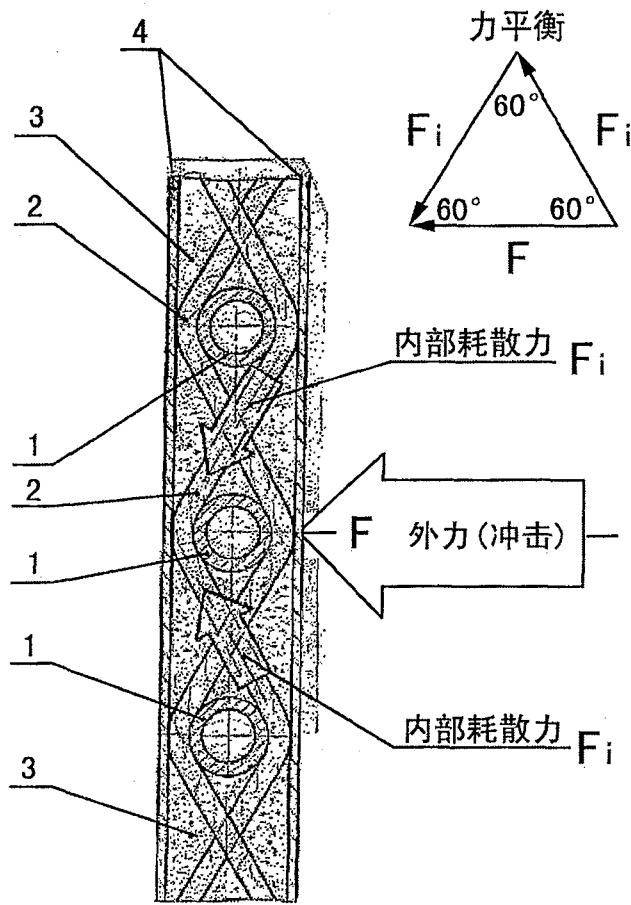


图1

图2

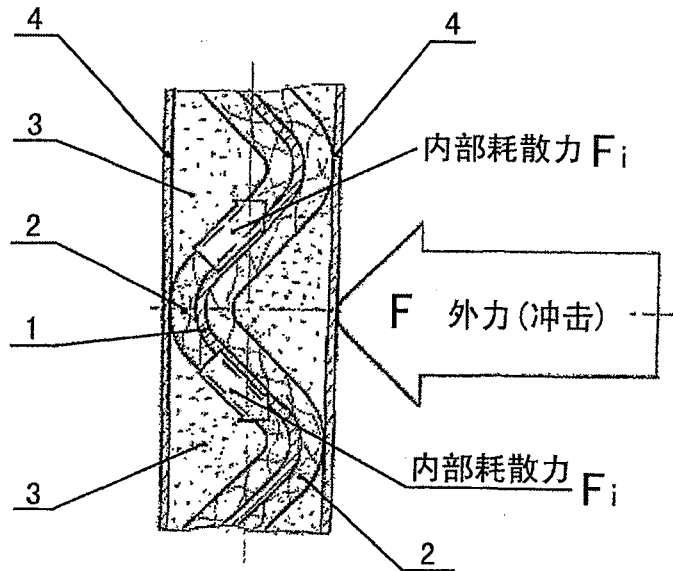


图3

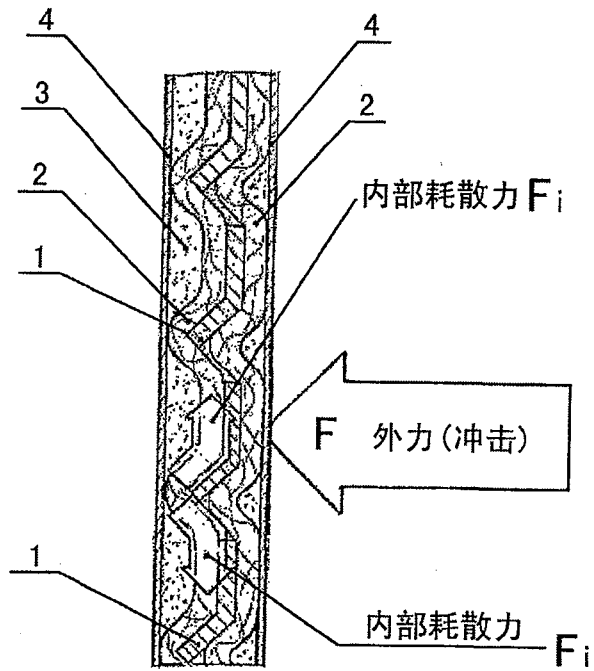


图4

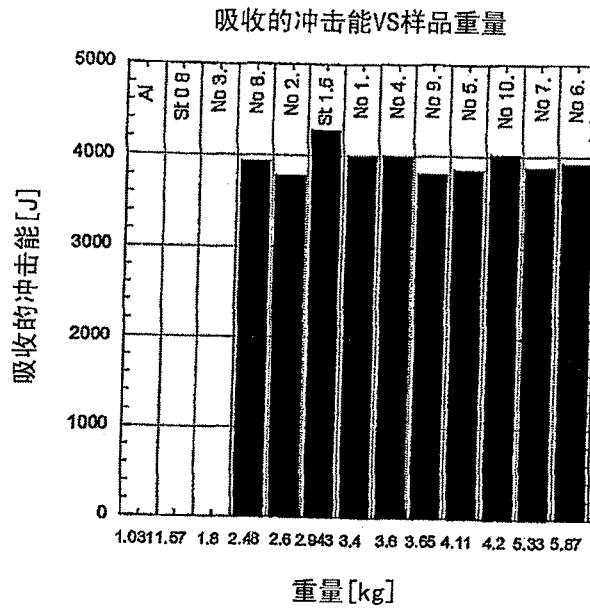


图5

