



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101973153 B

(45) 授权公告日 2013. 01. 09

(21) 申请号 201010265599. 3

(22) 申请日 2010. 08. 27

(73) 专利权人 上海晋飞复合材料科技有限公司
地址 201108 上海市闵行区联曹路 260 号 13
幢 C1 号 1、2 楼、14 幢 F1 号 1 楼

(72) 发明人 罗剑岚 朱家强 孙昊 王明
周新乐

(74) 专利代理机构 上海天翔知识产权代理有限
公司 31224

代理人 吕伴

(51) Int. Cl.

B32B 37/06 (2006. 01)

B32B 37/10 (2006. 01)

B32B 5/24 (2006. 01)

B32B 27/04 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1950199 A, 2007. 04. 18,

CN 101342807 A, 2009. 01. 14,

CN 101804714 A, 2010. 08. 18,

JP 2004082660 A, 2004. 03. 18,

EP 0993937 A1, 2000. 04. 19,

审查员 楚大顺

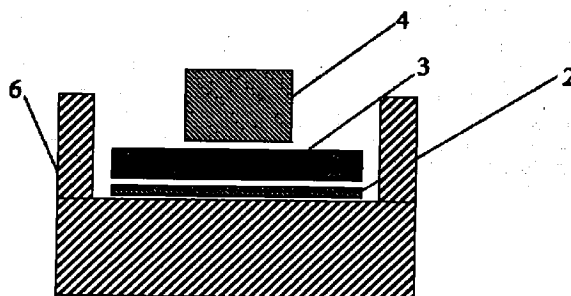
权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 1 页

(54) 发明名称

一种复合材料成型工艺

(57) 摘要

本发明属于材料制备技术领域, 涉及一种复合材料成型工艺, 为了解决现有一些复合材料 (主要是那些包括表层以及位于表层内的芯层, 且芯层一般为泡沫, 表层一般为织物的复合材料) 普遍采用如手糊或预浸料模压等成型工艺制备, 制成的产品存在产品质量 (主要体现在产品的物理性能上) 不够稳定或产品表面存在针孔和色差等问题, 本发明提供了一种复合材料成型工艺, 该工艺分别用两种不同的方法来制备复合材料的内层和外层, 使用本发明技术方案即可有效的解决上述技术问题。



1. 一种复合材料成型工艺,所述复合材料包括表层以及位于表层内的芯层,所述芯层为泡沫,该工艺包括:

- a、所述复合材料表层的制备步骤;
- b、复合材料表层包覆在芯层上的步骤;
- c、对复合材料固化成型的步骤;

其特征在于:

所述复合材料表层包括由织物构成的外层以及位于外层及芯层之间、包覆在芯层上的、由预浸料织物构成的内层,所述 a 步骤包括复合材料外层的制备步骤及复合材料内层的制备步骤;

所述复合材料外层的制备步骤包括:

(1)、在铺有第一树脂调配物的具有密封性的复合材料外层保护膜上铺上织物,使织物与复合材料外层保护膜紧密贴合;

(2)、将复合材料外层相对于复合材料外层保护膜的另一面贴在含有第一树脂调配物的模具面上;使织物与模具面紧密贴合;

(3)、撕开复合材料外层保护膜;

所述复合材料内层的制备步骤包括:

①、将预浸料织物铺在复合材料外层织物面上,使预浸料织物与复合材料外层织物面紧密贴合;

②、在预浸料织物上再铺上预浸料织物,使预浸料织物之间紧密贴合;

③、重复②步骤,直到复合材料内层铺完;

在(2)步骤和(3)步骤之间设有静置步骤,该步骤将复合材料外层静置到第一树脂调配物处于发生凝胶的临界点和在 b 步骤以及③步骤之间还设有在复合材料内层预浸料织物上铺上环氧树脂的步骤,

所述第一树脂调配物为由环氧树脂及固化剂按质量比为 10 :3 的比例调配成的,所述环氧树脂及固化剂均由陶氏化学生产,环氧树脂牌号为 730E,固化剂牌号为 735H。

2. 根据权利要求 1 所述的一种复合材料成型工艺,其特征在于(1)步骤和(2)步骤之间还包括:

i、在织物上铺上第一树脂调配物,然后再在铺上第一树脂调配物的织物上铺上织物,使两织物紧密贴合;

ii、重复 i 步骤,直到复合材料外层铺完。

3. 根据权利要求 1 所述的一种复合材料成型工艺,其特征在于所述织物及预浸料织物中的织物为碳纤织物、玻纤织物或者芳纶织物中的一种。

4. 根据权利要求 2 所述的一种复合材料成型工艺,其特征在于所述织物及预浸料织物中的织物为 3K 平纹碳布。

5. 根据权利要求 1 或 2 或 3 或 4 所述的一种复合材料成型工艺,其特征在于所述复合材料外层保护膜为 PE 膜。

6. 根据权利要求 1 或 2 或 3 或 4 所述的一种复合材料成型工艺,其特征在于所述第一树脂调配物中的树脂为环氧树脂。

7. 根据权利要求 1 或 2 或 3 或 4 所述的一种复合材料成型工艺,其特征在于预浸料织

物所使用的树脂为环氧树脂。

一种复合材料成型工艺

技术领域

[0001] 本发明属于材料制备技术领域,涉及一种复合材料成型工艺,所述复合材料包括表层以及位于表层内的芯层,所述芯层一般为泡沫,表层为织物。

背景技术

[0002] 对于一些复合材料,例如厚度较厚的复材制品,一般 10mm 以上,例如斜坡板、床板、冲浪板、墙板、座椅、风电叶片等等,普遍采用双层结构,即表层以及位于表层内的芯层,其制备工艺例如手糊成型及预浸料模压成型工艺均已被广泛应用,但各自存在缺点。

[0003] 手糊成型工艺,生产效率低、速度慢、生产周期长,产品质量不够稳定。由于操作人员技能水平不同及制作环境条件的影响故产品质量稳定性差;生产环境差,气味大,加工时粉尘多,而预浸料模压成型工艺,表面效果容易存在缺陷,易造成针孔和色差。

发明内容

[0004] 本发明所要解决的技术问题在于现有一些复合材料(主要是那些包括表层以及位于表层内的芯层,且芯层一般为泡沫,表层一般为织物的复合材料)普遍采用如手糊或预浸料模压等成型工艺制备,制成的产品存在产品质量(主要体现在产品的物理性能上)不够稳定或产品表面存在针孔和色差等问题,并针对这些问题提供一种复合材料成型工艺。

[0005] 本发明通过第一技术方案解决上述所提到的问题:

[0006] 一种复合材料成型工艺,所述复合材料包括表层以及位于表层内的芯层,所述芯层为泡沫,该工艺包括:

[0007] a、所述复合材料表层的制备步骤;

[0008] b、复合材料表层包覆在芯层上的步骤;

[0009] c、对复合材料固化成型的步骤;

[0010] 其特征在于:

[0011] 所述复合材料表层包括由预浸料织物构成的外层以及位于外层及芯层之间、包覆在芯层上的、由织物构成的内层,所述 a 步骤包括复合材料外层的制备步骤及复合材料内层的制备步骤;

[0012] 所述复合材料外层的制备步骤包括:

[0013] (1)、在铺有第一树脂调配物的具有密封性的复合材料外层保护膜上铺上织物,使织物与复合材料外层保护膜紧密贴合;

[0014] (2)、将复合材料外层相对于复合材料外层保护膜的另一面贴在含有第一树脂调配物的模具面上;使织物与模具面紧密贴合;

[0015] (3)、撕开复合材料外层保护膜;

[0016] 所述复合材料内层的制备步骤包括:

[0017] ①、将预浸料织物铺在复合材料外层织物面上,使预浸料织物与复合材料外层织

物面紧密贴合；

[0018] ②、在预浸料织物上再铺上预浸料织物，使预浸料织物之间紧密贴合；

[0019] ③、重复②步骤，直到复合材料内层铺完。

[0020] 正如本说明书背景技术部分所述，现有技术（例如手糊成型及预浸料模压成型工艺）均存在各自的缺点，同时考虑到人们对本发明所述复合材料的要求（即复合材料表面具有优良的外观，而复合材料整体上又要具备较稳定的物理性能（例如拉伸、抗压、层间结合等）），所以，本发明将复合材料的表层分为外层和内层，并相应的用两种不同的方法来分别制备复合材料的外层和内层。

[0021] 产生复合材料表面针孔及不光滑的原因至少在于复合材料表面的树脂调配物分布不均，树脂调配物分布过多，容易在复合材料表面产生积胶，分布过少，容易在复合材料表面产生缺胶或针孔的现象。

[0022] 通常，解决上述问题可以使用如下技术方案：

[0023] 在刷有树脂的模具面上铺上织物，使织物与模具面紧密贴合；在织物上刷上树脂，然后再在刷上树脂的织物上铺上织物，使两织物紧密贴合，直到复合材料外层铺完。

[0024] 上述技术方案是一种通过人为的方法（例如通过刮板或滚轮之类的工具）将织物很好的贴合在模具面上，去除多余的树脂调配物和气泡，或者使树脂调配物不足的地方浸润到树脂调配物，避免产生积胶和缺胶等表现效果不良的情况，但这样的技术方案也存在这样的缺点，即在去除多余树脂调配物和气泡时（一般采用压的手段），会破坏复合材料外层表面织物的纹路，并且本发明发现在赶气泡时，如果操作不慎，会在复合材料外层织物之间产生局部的负压，容易导致空气进入，从而致使去除气泡失败。

[0025] 本发明所述第一技术方案的复合材料外层制备步骤的一个显著特征在于在复合材料外层顶面（底面为与模具面贴合的一面）设置了复合材料外层保护膜，该膜的一个优点在于去除多余树脂调配物和气泡时，压力直接作用于保护膜，并不会破坏复合材料外层顶面，另一个优点在于保护膜所具有的密封性，在除气泡的过程中，只要从复合材料外层的侧边（相对于顶面和底面而言）赶走空气后，由于织物表面有保护膜的阻挡作用，空气不会再进入到织物和模具间，而此时处在保护膜以下的复合材料外层类似于真空状态，有一定的负压，可以使织物更好地贴合在模具上，进一步避免缺胶积胶等问题，提升外观效果。

[0026] 当然，复合材料外层可以含有单层或多层织物，当复合材料外层含有多层织物时，只需在第一技术方案的（1）步骤和（2）步骤之间增设以下两个步骤：

[0027] i、在织物上铺上第一树脂调配物，然后再在铺上第一树脂调配物的织物上铺上织物，使两织物紧密贴合；

[0028] ii、重复 i 步骤，直到复合材料外层铺完。

[0029] 本发明发现用第一技术方案的复合材料内层的制备步骤来完成复合材料内层的制备，至少可以保证复合材料内层尺寸大小的稳定，同时改进复合材料整体的物理性能：

[0030] 在复合材料表层的制备过程中，一般是用含有树脂的织物（例如本发明所述工艺在复合材料外层及内层所分别使用的铺有第一树脂调配物的织物和预浸料织物）进行铺层。在铺层时，一般的人工操作不能确保每次树脂调配物用量都相同；这会使复合材料内层织物（例如厚度等）的尺寸大小不一致，当复合材料受到外力时（例如拉伸，受压等），复合材料内层不能均匀分散外力（例如在积胶处所受的力较大），从而影响复合材料整体的

物理性能；而第一技术方案在复合材料内层的制备步骤中使用的预浸料织物树脂调配物的含量均匀一致，可避免此问题。

[0031] 本发明发现，采用第一技术方案至少可以满足复合材料表面具有优良的外观，而复合材料整体上又要具备较稳定的物理性能，这也说明，复合材料外层对复合材料物理性能稳定性的影响要小于复合材料内层。

附图说明

[0032] 图 1 为实施例所述复合材料在下模的铺层结构示意图；

[0033] 图 2 为实施例所述复合材料合模后的结构示意图。

具体实施方式

[0034] 技术人员利用本说明书第一技术方案已经能够使制得的复合材料克服现有复合材料的各种缺点，例如物理性能不稳定及外观性能的改进。而根据实际使用复合材料的情况看，还需要提升复合材料的物理性能，因此，本具体实施方式有必要在发明内容所述技术方案的基础上，对本发明的其它技术方案予以阐述。

[0035] I. 复合材料各层之间的结合力

[0036] 提升复合材料的物理性能的第一方面在于提升复合材料各层之间的结合力，由于本说明书所述复合材料分为外层、内层及芯层，因此至少需要使外层和内层之间牢固结合、内层和芯层之间牢固结合。

[0037] (1). 复合材料外层和内层之间的结合力

[0038] 本具体实施方式在复合材料外层的制备步骤中的 (1) 步骤和 (2) 步骤之间设有静置步骤。

[0039] 设置静置步骤的原因在于：第一树脂调配物具有流动性，如果刚铺完外层马上将外层保护膜撕开，进行内层的铺层，由于第一树脂调配物还未固化，粘度低，对于织物没有很好的束缚性，所以轻微的刮碰就会影响外层的结构。通过静置步骤，第一树脂调配物达到凝胶状态时，第一树脂调配物已经有一定的粘度，对纤维有一定的固结作用，轻微的碰触不至于对外层结构造成破坏。

[0040] 对于静置时间，一般不能让第一树脂调配物完全固化，因为完全固化后，不利于内层和外层的结合，外层的第一树脂调配物也不能挤出。为此，本具体实施方式认为静置时间应当到第一树脂调配物处于发生凝胶的临界点时为止，所述发生凝胶的临界点的判定标准为可从第一树脂调配物拉出连续长丝或者也可通过粘度计（通过粘度计测试，是指在制作产品前，调配同样配比的树脂，用粘度计测定其粘度随时间的变化，认定粘度达到某一树脂可视为开始凝胶。用粘度计测定是事先进行的，在操作过程中一般还是使用拉丝的方式）测定第一树脂调配物达到某一粘度。本具体实施方式对于静置时间没有很精确地要求，只是提供一个操作时间的参考。

[0041] (2). 复合材料内层和芯层之间的结合力

[0042] 本具体实施方式在复合材料内层制备步骤及复合材料表层包覆在芯层上的步骤之间设置在复合材料内层预浸料织物上铺上第一树脂的步骤。

[0043] 在实际制备复合材料的过程中，芯层（泡沫）往往需要按照要求进行形状上的加

工,在加工时,如果对泡沫表面造成损伤,如凹陷划痕等,或者加工时尺寸发生偏差,将泡沫包裹预浸料织物后放入模具,在上述存在缺陷的地方,内层和泡沫契合得不是很好,例如存在缝隙。在成型固化时,因为树脂具有流动性,在缝隙处,即泡沫尺寸偏小的地方,导致缺胶等问题,从而无法有效传递压力,影响复合材料内层和芯层之间的结合力,而在铺完内层后在内层上再铺上第一树脂(例如环氧树脂),则可有效的避免这类问题的发生。

[0044] II. 复合材料内层与外层中树脂调配物的选择

[0045] 提升复合材料的物理性能的第二方面在于选择合适的树脂调配物。

[0046] 1. 第一树脂调配物的选择

[0047] 第一树脂调配物一般包括如下组分:树脂、用于树脂固化的固化剂以及提升树脂固化速度的促进剂,其中树脂和固化剂为第一树脂调配物的必要成分,而促进剂为第一树脂调配物的可选成分,对于树脂,由于环氧树脂本身力学性能较好,粘接性较好,本具体实施方式一般选用环氧树脂,通常不同厂商不同牌号的环氧树脂力学性能不同,可根据产品实际用途,选择适合产品的环氧树脂,而固化剂可以是现有树脂固化剂。

[0048] 本具体实施方式对树脂、固化剂及促进剂的投放比例没有什么限制,因为发明人发现不同的比例对本具体实施方式所述复合材料的影响很小,但应当注意的是,固化剂相对于树脂存在一个最小的投放量,技术人员可以参考相关技术文件容易的得到这一最小投放量。

[0049] 2. 预浸料树脂的选择

[0050] 在实际操作过程中,预浸料织物一般在市场上有销售,本具体实施方式所述预浸料树脂一般选择环氧树脂,并且在购买时,所述环氧树脂本身通常已经添加了一定比例的固化剂,因此无需调配。

[0051] III. 复合材料内层与外层的比例

[0052] 提升复合材料的物理性能的第三方面在于选择调整复合材料内层与外层的厚度比例。

[0053] 从本说明书发明内容部分的描述可知,复合材料外层对复合材料物理性能稳定性的影响要小于复合材料内层,事实上,复合材料内层对复合材料整体物理性能是起主要贡献的:

[0054] 复合材料外层含有比例较高的第一树脂树调配物,而复合材料内层含有的预浸料树脂含量稳定,且所占比例较低(一般外层含有大约50%左右(质量百分数)的第一树脂调配物,而内层含有大约30%左右(质量百分数)的预浸料树脂);

[0055] 本具体实施方式发现复合材料最终主要靠织物中的纤维来提供力学性能,而第一树脂调配物或者预浸料树脂等树脂类原料在复合材料中,主要起到传递受力的作用,树脂类原料本身是脆性的,不利于提供力学性能,所以树脂含量降低有利于提升复合材料的整体物理性能,因此复合材料外层的厚度至少应小于复合材料内层的厚度。

[0056] IV. 构成复合材料外层织物和构成复合材料内层预浸料织物的选择

[0057] 提升复合材料的物理性能第四方面在于选择合适的织物。

[0058] 一般而言,复合材料外层和内层所使用的织物可以是碳纤织物、玻纤织物或者芳纶织物,织物的选择,根据复合材料的实际用途决定,对于力学性能要求不高,质量没太大限制(玻纤密度比碳纤大,比强度比碳纤低),需要节约成本的可以采用玻纤。对于力学性

能要求较高的可选用碳纤,但碳纤抗撞击效果较差,如对抗撞击有一定要求可选用芳纶纤维。实际使用过程中,碳纤玻纤运用较多,芳纶使用较少。

[0059] 如果复合材料对于某一方向力学性能要求较高则可选用单向布,如果复合材料需要各项力学性能各项同性,则可以选用平纹、斜纹或者都轴向的织物作为增强体。还有使用短切毡做增强体的,不过力学性能较差。实际使用过程中,一般都使用单向布、平纹、斜纹,有特殊需要时会使用多轴向织物。

[0060] 实施例

[0061] 本实施例所使用的第一树脂调配物为由环氧树脂及固化剂按质量比为 10 : 3 的比例调配成的,所述环氧树脂及固化剂均由陶氏化学生产,环氧树脂牌号为 730E,固化剂牌号为 735H,复合材料外层保护膜选用 PE 薄膜。

[0062] 一. 在制备复合材料前的准备工作

[0063] 在制备复合材料前,先进行准备工作,将增强用纤维布(也即织物,3K 平纹碳布)裁切成需要的规格、调配第一树脂调配物、准备模具、机台预热等,见图 2,本实施例所使用的模具分为上模 5 和下模 6,上模 5 和下模 6 均为腔体结构。

[0064] 二. 复合材料外层 2 的制备

[0065] 本实施例所述复合材料外层只有一层 3K 平纹碳布构成,

[0066] 先在下模 6 的腔体内表面涂抹一层脱模剂(根据实际需求选择,例如汉高公司生产的 Frekote 55-NC),以保证产品成型后能顺利脱模;

[0067] 在工作平台上铺一层 PE 薄膜(图 1 图 2 均为示出)(可以用其他材质薄膜替代,厚度差不多就可以了),厚度 10 μ m 左右,尺寸比 3K 平纹碳布略大即可,四边各超出 50mm 左右,将 PE 薄膜铺平后,在 PE 薄膜表面刷一层薄薄第一树脂调配物,将 3K 平纹碳布居中平铺在 PE 膜上,保持织物平整,然后再在 3K 平纹碳布上均匀地刷一层第一树脂调配物。最后,在下模 6 腔体内表面刷一层薄薄的第一树脂调配物,将 3K 平纹碳布连同 PE 薄膜一起反贴在下模 6 腔体内表面内,即无 PE 薄膜的一面和下模 6 腔体内表面贴合,有 PE 薄膜的一面向外与空气接触,然后用刷子或滚筒将 3K 平纹碳布连同 PE 薄膜一起压实,用工具赶走气泡和多余树脂。

[0068] 三. 制备完复合材料外层 2 后的静置

[0069] 将位于下模 6 内的复合材料外层 2 静置,一般而言,当第一树脂调配物处于发生凝胶的临界点时,可以判断已经完成对复合材料外层 2 的静置,在实际操作中,技术人员可以很容易的知晓何时完成对复合材料外层 2 的静置,通常第一树脂调配物可拉出长丝即说明第一树脂调配物已经处于发生凝胶的临界点。本实施例是将 PE 膜撕开一个角,测试织物上的树脂是否处于凝胶状态。

[0070] 当然,对于不同的树脂以及不同的操作环境温湿度,树脂达到发生凝胶的临界点的时间(也即静置时间)也不同,对于第一树脂调配物而言,大约为 1-2 小时。

[0071] 当第一树脂调配物已经达到凝胶临界点时,将 PE 薄膜撕去。

[0072] 四、复合材料内层 3 的制备

[0073] 先将 3K 平纹碳布浸入浸料中,从而形成预浸料布(也即预浸料织物);本实例使用的东丽(TORAYA)产品,牌号 P3252S 的预浸料布(不需要做预浸料操作)。

[0074] 然后将预浸料布铺在复合材料外层 2 上,用滚筒将预浸料布压实压平或用手工将

预浸料布捋平,不能残留气泡,从而使预浸料布和外层的 3K 平纹碳布紧密贴合;

[0075] 随后,在预浸料布上再铺上预浸料布,用滚筒将预浸料布压实压平或用手将预浸料布捋平,不能残留气泡,从而使预浸料布和预浸料布紧密贴合;

[0076] 最后重复上面一段文字所描述的操作,直到复合材料内层 3 铺完(本实施例所述复合材料内层 3 共有 6 层预浸料布)。

[0077] 位于上模 5 内的复合材料外层 7 及内层 8 分别与位于下模 6 内的复合材料内层 3 及外层 2 的制备方法相同,因此,技术人员可以参照二、三、四的内容完成位于上模 5 内的复合材料内层 8 及外层 7 的制备。

[0078] 五.对复合材料芯层 4 的包覆和复合材料的固化成型

[0079] 为增强芯层 4(即泡沫)与预浸料布之间的界面结合力,可以先在位于下模 6 内的复合材料内层 3 预浸料布和泡沫 4 之间再刷一层环氧树脂;

[0080] 然后,在位于下模 6 内的复合材料内层 3 的预浸料布上放置泡沫,使用渐层式的包覆方法(即预浸料布包覆到泡沫 4 表面的长度逐渐减少)将预浸料布包覆到泡沫 4 外围,在包覆过程中,用滚筒将预浸料布压实压平或用手将预浸料布捋平,不能残留气泡,从而使预浸料布和泡沫 4 紧密贴合;

[0081] 接着,将完成位于上模 5 内的复合材料外层 7 和内层 8 制备的上模 5 合在下模 6 上,从而形成如图 2 所示的合模结构;

[0082] 最后,将整个模具(包括上模 5 和下模 6)置于硫化机内进行加热,

[0083] 温度、时间、压力视泡沫种类、密度、树脂种类、固化温度等一系列因素而定。一般来说,泡沫的密度越大施加压力越大,树脂固化温度越高,机台温度越高,常温固化的树脂,可以不加热,模具越大施加压力越大。本实施例中,泡沫密度为 $75\text{Kg}/\text{m}^3$ 、硫化机内温度为 135°C 、压强为 10MPa 、固化时间为 50min 。加压加热完成后,待模具冷却,开模、脱模即得复合材料产品。

[0084] 下表为实施例所述复合材料产品的表面质量表(表 1)及将该复合材料产品用做 CT 床板的质量表(表 2)。

[0085] 表 1

[0086]

| | |
|----------------------------------|--|
| 复合材料表面伤痕 | 表面无伤痕 |
| 复合材料表面黑边 | 表面黑边 $\leq 1\text{mm}$ |
| 复合材料表面 $2\times 2\text{mm}$ 黑点密度 | 表面 $2\times 2\text{mm}$ 黑点密度 ≤ 1 个/每平方米 |
| 复合材料表面色差 | 无色差 |
| 复合材料表面纤维残留 | 无残留纤维 |

[0087] 表 2

[0088]

| | | |
|----|-----|------|
| 承重 | 变形量 | 持续时间 |
|----|-----|------|

| | | |
|-------|---------|----------|
| 90KG | 25-30mm | 无 |
| 215KG | 65-70mm | 持续 8 小时 |
| 440KG | 没有破坏 | 持续 24 小时 |

[0089] 产品尺寸 :1950×550mm

[0090] 持续时间“无”表示非持久载荷,即并非持续受力

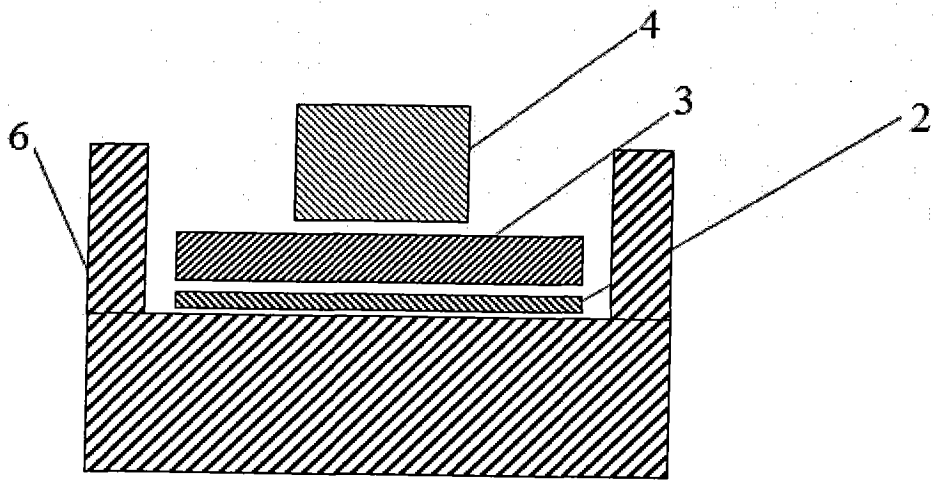


图 1

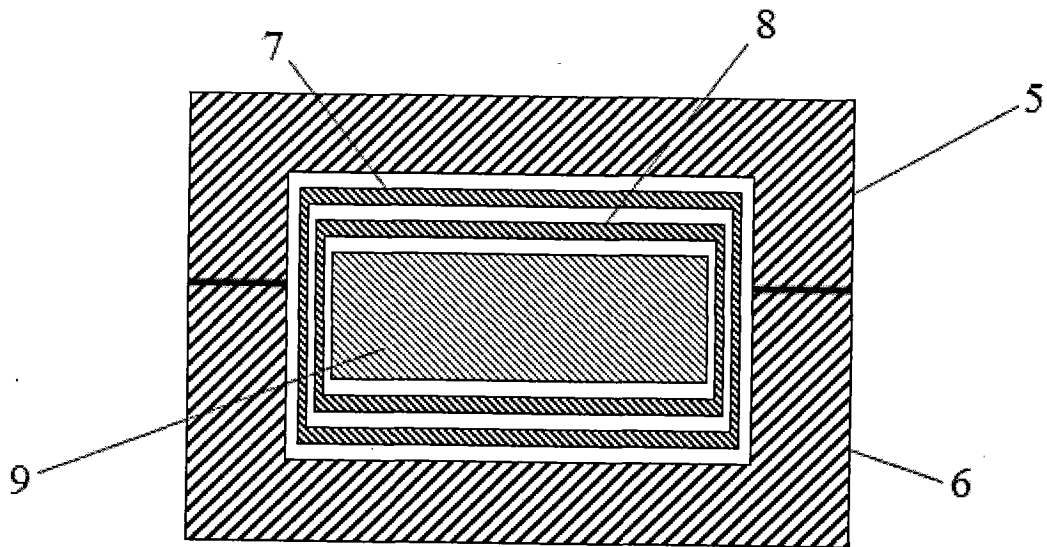


图 2