



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112757724 A

(43) 申请公布日 2021. 05. 07

(21) 申请号 202011585418.5

(22) 申请日 2020.12.29

(71) 申请人 宁波世一科技有限责任公司

地址 315000 浙江省宁波市镇海区骆驼街
道长路路181号

(72) 发明人 李懿霖 楼美玲

(74) 专利代理机构 杭州橙知果专利代理事务所
(特殊普通合伙) 33261

代理人 李品

(51) Int. Cl.

B32B 17/02 (2006.01)

B32B 17/12 (2006.01)

B32B 17/06 (2006.01)

B32B 15/18 (2006.01)

B32B 15/20 (2006.01)

B32B 37/24 (2006.01)

B32B 38/16 (2006.01)

B32B 38/00 (2006.01)

B32B 38/14 (2006.01)

B32B 37/10 (2006.01)

C08J 5/24 (2006.01)

C08L 63/00 (2006.01)

C08K 5/5435 (2006.01)

C08K 3/36 (2006.01)

C08K 7/14 (2006.01)

C09D 11/52 (2014.01)

C09D 11/102 (2014.01)

C09D 11/03 (2014.01)

C09D 11/0235 (2014.01)

H05B 3/02 (2006.01)

H05B 3/14 (2006.01)

H05B 3/34 (2006.01)

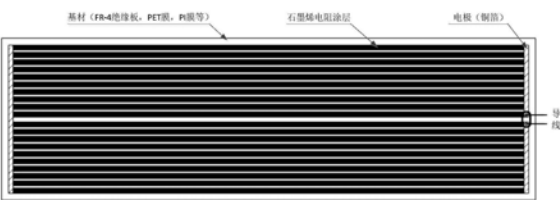
权利要求书2页 说明书7页 附图3页

(54) 发明名称

一种挠性金属基石墨烯电热材料及其制备方法

(57) 摘要

本发明涉及电热材料技术领域,尤其涉及一种挠性金属基石墨烯电热材料及其制备方法。一种挠性金属基石墨烯电热材料,包括自上而下依次布置的挠性绝缘层、挠性石墨烯电阻层、挠性绝缘层和金属基板,所述挠性石墨烯电阻层与挠性绝缘层之间还设有压延铜箔,所述电热材料为可弯折的柔性材料,该电热材料能以金属基板为最外层向内弯折直至完全重合叠覆。一种挠性金属基石墨烯电热材料的制备方法,用于生产上述的挠性金属基石墨烯电热材料,包括以下步骤: S1、半固化片成型; S2、制作承印片; S3、丝印制作; S4、叠合。本发明提供了一种可进行折弯、挠曲、电性能稳定的挠性金属基石墨烯电热材料及其制备方法。



1. 一种挠性金属基石墨烯电热材料,其特征在于包括自上而下依次布设的挠性绝缘层、挠性石墨烯电阻层、挠性绝缘层和金属基板,所述挠性石墨烯电阻层与挠性绝缘层之间还设有压延铜箔,所述电热材料为可弯折的柔性材料,该电热材料能以金属基板为最外层向内弯折直至完全重合叠覆。

2. 一种挠性金属基石墨烯电热材料的制备方法,其特征在于用于生产如权利要求1所述的挠性金属基石墨烯电热材料,包括以下步骤:

S1、半固化片成型,将半固化胶液配置好之后进行搅拌分散,通过浸胶机浸胶后烘干收卷,制成半固化片;

S2、制作承印片,将步骤S1所得的半固化片进行裁切得到承印片;

S3、丝印制作,将步骤S2所得的承印片加入石墨烯导电浆料进行丝网印刷,完成之后进行烘干固化制得丝印片;

S4、叠合,将步骤S2所得的承印片、步骤S3所得的丝印片和金属基板进行叠合并层压,进行修整和钻铣后制得电热材料。

3. 根据权利要求2所述的一种挠性金属基石墨烯电热材料的制备方法,其特征在于所述步骤S1中的半固化胶液包括以下重量百分比的组分:

环氧树脂52%~60%,

双氰胺1%~1.5%,

二甲基咪唑0.01%~0.05%,

二甲基甲酰胺溶剂17%~20%,

硅烷偶联剂KH-560 0.15%~0.25%,

SiO₂超细硅微粉20%~25%。

4. 根据权利要求2所述的一种挠性金属基石墨烯电热材料的制备方法,其特征在于所述步骤S1中胶液通过高速搅拌分散,所述浸胶机采用卧式浸胶机、或立式浸胶机。

5. 根据权利要求2所述的一种挠性金属基石墨烯电热材料的制备方法,其特征在于所述步骤S2还包括:将裁切后的半固化片进行烙固和层压处理,并将处理后的半固化片进行毛边的裁剪。

6. 根据权利要求2所述的一种挠性金属基石墨烯电热材料的制备方法,其特征在于所述步骤S3中的石墨烯导电浆经过球磨分散处理后进行罐装以待丝网印刷,该石墨烯导电浆包括以下重量百分比的组分:

011A80环氧树脂30%~35%,

酚醛环氧11%~15%,

128E环氧树脂1.5%~3%,

双氰胺1.5%~3%,

二甲基咪唑0.01%~0.05%,

SiO₂超细硅微粉5%~8%,

硅烷偶联剂KH-560 0.2%~0.5%,

二甲基甲酰胺溶剂4%~7%,

导电炭黑15%~22%,

石墨烯粉体2.5%~4%,

超分散剂1.2%~2%，
卡必醇10%~12%。

7. 根据权利要求2所述的一种挠性金属基石墨烯电热材料的制备方法，其特征在于所述步骤S4还包括金属基板表面进行粗化处理，包括以下步骤：

S41、将金属基板表面进行拉丝处理；
S42、将步骤S41所得的金属基板通过高压清洗；
S43、将步骤S42所得的金属基板进行氧化处理；
S44、将步骤S43所得的金属基板表面涂覆偶联剂并烘干。

8. 根据权利要求2所述的一种挠性金属基石墨烯电热材料的制备方法，其特征在于所述步骤S41中拉丝处理的拉丝辊为800目~1500目。

9. 根据权利要求2所述的一种挠性金属基石墨烯电热材料的制备方法，其特征在于所述步骤S4中的修整采用裁切或铣边进行。

一种挠性金属基石墨烯电热材料及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及电热材料技术领域,尤其涉及一种挠性金属基石墨烯电热材料及其制备方法。

背景技术

[0002] 当前,石墨烯电热材料可分为石墨烯电热板、石墨烯电热膜、石墨烯电热布等多种形态的石墨烯电热基材。其中石墨烯电热板和石墨烯电热膜是将石墨烯浆料通过丝网印刷、凹版印刷等方式涂覆于基材(如FR-4绝缘片、玻璃、PET、PI等)上,通过布置电极,再经过高温固化,形成一种厚膜电阻,从而实现电流热效应,如图1所示,AC或DC的电流通过石墨烯厚膜电阻后,将产生焦耳热。

[0003] 石墨烯电热板/膜于2014年开始出现在市场上,主要应用于供暖辅助设施、汽车用品、电子产品上,例如家庭采暖用的墙暖、地暖,汽车后视镜、汽车电池用加热板,智能穿戴等。石墨烯电热板/膜均是将石墨烯导电浆料承印于FR-4绝缘片、PET膜、PI膜或玻璃上,导热性能和散热性能低,并且不具备可挠性。当前,大部分公司主要研发方向在石墨烯制热板/膜的应用系统和材料的PTC特性。

[0004] 但是当前的石墨烯制热板/膜存在以下一些缺陷:

[0005] 1.产品基于非金属制造,导热率低,散热系数低,导致产品温度不均匀,传热和散热慢,应用场景有限,当前产品的最高功率密度做到 $1000\text{W}/\text{m}^2$ 。

[0006] 2.产品自身强度不够,基本特性和常规的塑料板类似,无法进行小弧度折弯,并且折弯后无法保持弯曲的形态,不利于产品设计和造型。

[0007] 3.常规石墨烯浆料固化后较脆,不具备多次折弯的柔韧性,多次折弯或挠曲后,石墨烯浆料会开裂,通电后造成局部电阻过大,将产生局部灼烧现象,产生易失火风险。

[0008] 4.常规电极无法跟随折弯,折弯后容易造成与绝缘层脱离和分层的风险,并且常规铜箔不具备延展性,小弧度折弯后容易断裂。

[0009] 现有的石墨烯电热板均是将石墨烯导电浆料承印于FR-4绝缘片、PET膜、PI膜或玻璃上,然后进行绝缘封装处理,结构如图2所示。

[0010] 其中,石墨烯导电浆料通过丝印或凹版印刷印制在绝缘片(绝缘片一般材质是FR-4绝缘片、PET绝缘片、PI膜或玻璃)上,经过高温固化彻底粘附于绝缘片上,形成石墨烯电阻层。然后,将已经固化好的绝缘片加石墨烯电阻层的复合材料,与其他半固化的绝缘层层压封装,形成稳定、密封、防水的石墨烯电热板。一般来说,通常上下封装的绝缘层数量 $N \leq 3$ 。

[0011] 然而,将石墨烯电热材料与产品造型相结合的技术当前处于空白状态。正因为石墨烯电热材料具备尺寸超薄特性,如常规的石墨烯电热板厚度只有 $0.6\text{--}0.8\text{mm}$,所以将其与产品外观进行耦合设计,具备可行性。但是,常规的石墨烯电热板不具备可挠性。

[0012] 传统的石墨烯电热板可实现平面内稳定结构,但不适合对其进行折弯、挠曲,一是因为绝缘层基材的原因,折弯或挠曲后容易断裂,并且无法保持折弯和挠曲的造型,会回弹至平面形状;二是因为传统的石墨烯浆料通过高温固化后所形成石墨烯电阻层也无法承受

小弧度折弯,小弧度折弯将导致石墨烯电阻层藕断丝连,这将造成极大的隐患,即局部电阻过大,通电后热量集中在此处,将造成灼烧现象;三是传统的石墨烯电热板的电极是电解铜箔制作而成,无延展性,不能承受折弯的拉应力,折弯后铜箔容易断裂。基于以上原因,可见传统的石墨烯电热板无法进行折弯或挠曲,更不用说可进行随曲面造型。

[0013] 同时,传统的石墨烯电热板传热和散热慢,因其绝缘层一般都是热阻大、导热系数低的高分子材料,不利于迅速将石墨烯电阻层的热量导出并尽快散热出去,这将大大降低石墨烯电热板的寿命和不利于提高石墨烯电热板的功率密度。

[0014] 因此当前只能用于平面状结构,无法用于曲面造型的结构,开发一种挠性金属基石墨烯电热板,弥补石墨烯电热板无法造型的短板,填补这一细分领域的空白变得尤为重要。

发明内容

[0015] 本发明的目的是针对现有技术的缺陷,提供了一种可进行折弯、挠曲、电性能稳定的挠性金属基石墨烯电热材料及其制备方法。

[0016] 为了实现以上目的,本发明采用以下技术方案:

[0017] 一种挠性金属基石墨烯电热材料,包括自上而下依次布置的挠性绝缘层、挠性石墨烯电阻层、挠性绝缘层和金属基板,所述挠性石墨烯电阻层与挠性绝缘层之间还设有压延铜箔,所述电热材料为可弯折的柔性材料,该电热材料能以金属基板为最外层向内弯折直至完全重合叠覆。

[0018] 本发明利用金属材料的塑性变形能力结合所研制成的挠性FR-4半固化片、挠性石墨烯导电浆料和压延铜箔来实现挠性的金属基石墨烯电热板,从而实现基材的曲面造型,使得石墨烯电热材料具备更广阔的应用平台。

[0019] 在采用上述技术方案的基础上,本发明还可采用以下进一步的技术方案:

[0020] 一种挠性金属基石墨烯电热材料的制备方法,用于生产上述的挠性金属基石墨烯电热材料,包括以下步骤:

[0021] S1、半固化片成型,将半固化胶液配置好之后进行搅拌分散,通过浸胶机浸胶后烘干收卷,制成半固化片;

[0022] S2、制作承印片,将步骤S1所得的半固化片进行裁切得到承印片;

[0023] S3、丝印制作,将步骤S2所得的承印片加入石墨烯导电浆料进行丝网印刷,完成之后进行烘干固化制得丝印片;

[0024] S4、叠合,将步骤S2所得的承印片、步骤S3所得的丝印片和金属基板进行叠合并层压,进行修整和钻铣后制得电热材料。

[0025] 所述步骤S1中的半固化胶液包括以下重量百分比的组分:

[0026] 环氧树脂52%~60%,

[0027] 双氰胺1%~1.5%,

[0028] 二甲基咪唑0.01%~0.05%,

[0029] 二甲基甲酰胺溶剂17%~20%,

[0030] 硅烷偶联剂KH-560 0.15%~0.25%,

[0031] SiO₂超细硅微粉20%~25%。

- [0032] 其中,环氧树脂采用430A80环氧树脂。
- [0033] 所述步骤S1中胶液通过高速搅拌分散,所述浸胶机采用卧式浸胶机、或立式浸胶机。
- [0034] 所述步骤S2还包括:将裁切后的半固化片进行烙固和层压处理,并将处理后的半固化片进行毛边的裁剪。
- [0035] 所述步骤S3中的石墨烯导电浆经过球磨分散处理后进行罐装以待丝网印刷,该石墨烯导电浆包括以下重量百分比的组分:
- [0036] 011A80环氧树脂30%~35%,
- [0037] 酚醛环氧11%~15%,
- [0038] 128E环氧树脂1.5%~3%,
- [0039] 双氰胺1.5%~3%,
- [0040] 二甲基咪唑0.01%~0.05%,
- [0041] SiO₂超细硅微粉5%~8%,
- [0042] 硅烷偶联剂KH-560 0.2%~0.5%,
- [0043] 二甲基甲酰胺溶剂4%~7%,
- [0044] 导电炭黑15%~22%,
- [0045] 石墨烯粉体2.5%~4%,
- [0046] 超分散剂1.2%~2%,
- [0047] 卡必醇10%~12%。
- [0048] 所述步骤S4还包括金属基板表面进行粗化处理,包括以下步骤:
- [0049] S41、将金属基板表面进行拉丝处理;
- [0050] S42、将步骤S41所得的金属基板通过高压清洗;
- [0051] S43、将步骤442所得的金属基板进行氧化处理;
- [0052] S44、将步骤S43所得的金属基板表面涂覆偶联剂并烘干。
- [0053] 所述步骤S41中拉丝处理的拉丝辊为1200目。
- [0054] 所述步骤S4中的修整采用裁切或铣边进行。
- [0055] 采用本发明技术方案,通过高分子技术和工艺改进,本发明的有益效果为:
- [0056] 1. 可对发明的石墨烯电热板进行折弯、挠曲,并在自身塑性作用下可保持设计的形状。
- [0057] 2. 可对发明的石墨烯电热板进行弯曲造型后,维持稳定的电性能,不会产生石墨烯电阻层、绝缘层和电极的宏观断开或隐性断裂,造成安全隐患。
- [0058] 3. 发明的石墨烯电热板具备更高的导热性能和散热性能,有利于提高产品的设计功率密度和提高产品的寿命。

附图说明

- [0059] 图1是本发明提供的一种挠性金属基石墨烯电热材料及其制备方法的背景技术石墨烯电热板结构示意图。
- [0060] 图2是本发明提供的一种挠性金属基石墨烯电热材料及其制备方法的背景技术石墨烯电热板结构叠层示意图。

[0061] 图3是本发明提供一种挠性金属基石墨烯电热材料及其制备方法的挠性金属基石墨烯电热板的结构示意图。

[0062] 图4是本发明提供一种挠性金属基石墨烯电热材料及其制备方法的挠性金属基石墨烯电热板的平板状态图。

[0063] 图5是本发明提供一种挠性金属基石墨烯电热材料及其制备方法的挠性金属基石墨烯电热板的弯折状态图。

[0064] 图6是本发明提供一种挠性金属基石墨烯电热材料及其制备方法的流程图。

[0065] 其中,挠性绝缘层1,挠性石墨烯电阻层2,压延铜箔3,挠性绝缘层4,金属基板5。

具体实施方式

[0066] 结合附图对本发明一种挠性金属基石墨烯电热材料及其制备方法的具体方案具体实施例作进一步的阐述。

[0067] 实施例一,如图3所示,一种挠性金属基石墨烯电热材料,包括自上而下依次布设的挠性绝缘层1、挠性石墨烯电阻层2、挠性绝缘层4和金属基板5,挠性石墨烯电阻层2与挠性绝缘层4之间还设有压延铜箔3。

[0068] 具体地,压延铜箔3为条状,至少设有两条,且两条压延铜箔3之间具有一定的距离。

[0069] 本实施例中,挠性金属基石墨烯电热板由四种材料层叠,再在真空环境中通过高温高压形成一种功能性电热材料。所形成的功能性电热材料,平板状态如图4所示。

[0070] 其中,电热材料为可弯折的柔性材料,该电热材料能以金属基板5为最外层向内弯折直至完全重合叠覆。

[0071] 然而,层压复合材料在折弯过程中,各个层间的应变不同,将产生相应的拉应力 FT 或压应力 FP ,如图5所示。这些应力容易造成产品层间分层、断裂、脱落等现象,从而引起电热材料失效。若电热材料失效,将产生材料无法工作或者出现安全隐患的风险,因此制作符合安规、折弯或挠曲不失效的挠性电热材料是一个具有挑战性的工作。

[0072] 本实施例中,利用可塑性变形的金属板材,如铝/铝合金板、铁板、铜板等作为基体材料,来保证所制成的电热板具有塑性变形和保持形状的可能。

[0073] 进一步地,利用挠性绝缘层来实现与金属基材的绝缘,保证产品符合安规,同时又能跟随金属基材形变,但不产生分层现象。分层现象是由于层压复合材料在折弯过程中,各个层间的应变不同,容易使层压复合材料分层脱离,从而失效。

[0074] 进一步地,利用挠性石墨烯电阻层来跟随金属基材和挠性绝缘层形变,但不会微观断裂,保证电热板不会转弯处局部过热失效。

[0075] 进一步地,利用压延铜箔来跟随其他材料形变而形变,保证电极不会断裂,造成断电失效。

[0076] 实施例二,为了制备实施例一中的挠性金属基石墨烯电热材料,配置了特定的FR-4半固化片胶液,该胶液包括以下重量百分比的组分:

[0077] 环氧树脂52%,

[0078] 双氰胺1%,

[0079] 二甲基咪唑0.01%,

[0080] 二甲基甲酰胺溶剂17%，

[0081] 硅烷偶联剂KH-560 0.15%，

[0082] SiO₂超细硅微粉25%，

[0083] 水4.84%。

[0084] 其中，环氧树脂的CAS号为61788-97-4，双氰胺的CAS号为461-58-5，二甲基咪唑的CAS号为693-98-1，二甲基甲酰胺的CAS号为68-12-2，硅烷偶联剂KH-560的CAS号为2530-83-5-8，SiO₂的CAS号为14808-60-7。

[0085] 在上述配方配置的胶液后，通过立式上胶机将胶液均匀涂布在7628玻璃纤维布上，并且烘干制成半固化片，以备后续层压使用。其他与实施例一相同。

[0086] 实施例三，为了制备实施例一中的挠性金属基石墨烯电热材料，配置了特定的FR-4半固化片胶液，该胶液包括以下重量百分比的组分：

[0087] 环氧树脂60%，

[0088] 双氰胺1.5%，

[0089] 二甲基咪唑0.05%，

[0090] 二甲基甲酰胺溶剂18%，

[0091] 硅烷偶联剂KH-560 0.25%，

[0092] SiO₂超细硅微粉20.2%。

[0093] 在上述配方配置的胶液后，通过立式上胶机将胶液均匀涂布在7628玻璃纤维布上，并且烘干制成半固化片，以备后续层压使用。其他与实施例一相同。

[0094] 实施例四，为了制备实施例一中的挠性金属基石墨烯电热材料，配置了特定的FR-4半固化片胶液，该胶液包括以下重量百分比的组分：

[0095] 环氧树脂57%，

[0096] 双氰胺1.2%，

[0097] 二甲基咪唑0.04%，

[0098] 二甲基甲酰胺溶剂18%，

[0099] 硅烷偶联剂KH-560 0.2%，

[0100] SiO₂超细硅微粉23.56%。

[0101] 在上述配方配置的胶液后，通过立式上胶机将胶液均匀涂布在7628玻璃纤维布上，并且烘干制成半固化片，以备后续层压使用。其他与实施例一相同。

[0102] 实施例五，为了制备实施例一中的挠性金属基石墨烯电热材料，配置了特定的石墨烯导电浆料，该浆料包括以下重量百分比的组分：

[0103] 011A80环氧树脂30%，

[0104] 酚醛环氧11%，

[0105] 128E环氧树脂1.5%，

[0106] 双氰胺1.5%，

[0107] 二甲基咪唑0.01%，

[0108] SiO₂超细硅微粉5%，

[0109] 硅烷偶联剂KH-560 0.2%，

[0110] 二甲基甲酰胺溶剂4%，

- [0111] 导电炭黑15%，
- [0112] 石墨烯粉体2.5%，
- [0113] 超分散剂1.2%，
- [0114] 卡必醇10%，
- [0115] 水18.09%。
- [0116] 通过上述配方配置成导电油墨后，通过球磨机研磨后待用。其他与实施例一相同。
- [0117] 实施例六，为了制备实施例一中的挠性金属基石墨烯电热材料，配置了特定的石墨烯导电浆料，该浆料包括以下重量百分比的组分：
- [0118] 011A80环氧树脂35%，
- [0119] 酚醛环氧15%，
- [0120] 128E环氧树脂3%，
- [0121] 双氰胺3%，
- [0122] 二甲基咪唑0.05%，
- [0123] SiO₂超细硅微粉8%，
- [0124] 硅烷偶联剂KH-560 0.5%，
- [0125] 二甲基甲酰胺溶剂7%，
- [0126] 导电炭黑22%，
- [0127] 石墨烯粉体4%，
- [0128] 超分散剂2%，
- [0129] 卡必醇0.45%。
- [0130] 通过上述配方配置成导电油墨后，通过球磨机研磨后待用。其他与实施例一相同。
- [0131] 实施例七，为了制备实施例一中的挠性金属基石墨烯电热材料，配置了特定的石墨烯导电浆料，该浆料包括以下重量百分比的组分：
- [0132] 011A80环氧树脂33%，
- [0133] BPA-novolec改性环氧13%，
- [0134] 128E环氧树脂2.9%，
- [0135] 双氰胺2%，
- [0136] 二甲基咪唑0.03%，
- [0137] SiO₂超细硅微粉6.9%，
- [0138] 硅烷偶联剂KH-560 0.3%，
- [0139] 二甲基甲酰胺溶剂5%，
- [0140] 导电炭黑20%，
- [0141] 石墨烯粉体3.4%，
- [0142] 超分散剂1.7%，
- [0143] 卡必醇11.77%。
- [0144] 通过上述配方配置成导电油墨后，通过球磨机研磨后待用。其他与实施例一相同。
- [0145] 实施例八，为了制备实施例一中的挠性金属基石墨烯电热材料，须对金属基板表面进行粗化处理，其粗化过程为：拉丝、氧化、涂覆偶联剂、烘干。其拉丝辊为1200目，高速辊刷拉丝，然后通过高压清洗后进行氧化，再经过偶联剂涂覆提高分子间结合力，从而使得金

属基板和半固化片能完美粘接,形成一体。其他与实施例一相同。

[0146] 实施例九,如图5所示,一种挠性金属基石墨烯电热材料的制备方法,用于生产上述的挠性金属基石墨烯电热材料,包括以下步骤:

[0147] S1、半固化片成型,将半固化胶液配置好之后进行搅拌分散,通过浸胶机浸胶后烘干收卷,制成半固化片;

[0148] S2、制作承印片,将步骤S1所得的半固化片进行裁切,将裁切后的半固化片进行烙固和层压处理,并将处理后的半固化片进行毛边的裁剪,得到承印片;

[0149] S3、丝印制作,将步骤S2所得的承印片加入石墨烯导电浆料进行丝网印刷,完成之后进行烘干固化制得丝印片;

[0150] S4、叠合,将步骤S2所得的承印片、步骤S3所得的丝印片和金属基板进行叠合并层压,进行修整和钻铣后制得电热材料。

[0151] 通过上述制备方案所实现的石墨烯电热板具备可弯曲、可挠曲的特性,能根据设计者的需求实现曲面造型和维持设计形状的能力,具备更广的应用空间。

[0152] 进一步地,本实施例所实现的石墨烯电热板具备更高的传热能力和散热能力,可打破传统石墨烯电热板功率密度 $1000\text{w}/\text{m}^2$ 左右的限制,直接提高到 $2000\text{w}/\text{m}^2$ 的功率密度,但不影响产品寿命。

[0153] 进一步地,本实施例所实现的石墨烯电热板由于导热和散热能力更高,并且由于金属本身的阻燃天赋和高分子材料的特殊配方,使得产品具有更好的难燃效果,可突破传统石墨烯电热板只能在塑料阻燃认证范围内的UL94V0限制,直接达到防火A1等级,使其在家居和建筑中的应用更安全可靠。

[0154] 进一步地,本实施例所实现的石墨烯电热板由于平面内导热性能的提高,可使得板面温度更均匀,同时不再出现传统石墨烯电热板由于局部温度过高而产生的灼烧现象。

[0155] 进一步地,本实施例所实现的石墨烯电热板由于表面金属层的附着,利用当前金属表面处理工艺和着色工艺,可更好的进行提高表面硬度和表面着色处理,达到表面耐划伤、耐刮擦、长久不变色的特征,同时能大大降低表面处理费用。

[0156] 注意,上述仅为本发明的较佳实施例及所运用技术原理。本领域技术人员会理解,本发明不限于这里所述的特定实施例,对本领域技术人员来说能够进行各种明显的变化、重新调整和替代而不会脱离本发明的保护范围。因此,虽然通过以上实施例对本发明进行了较为详细的说明,但是本发明不仅仅限于以上实施例,在不脱离本发明构思的情况下,还可以包括更多其他等效实施例,而本发明的范围由所附的权利要求范围决定。

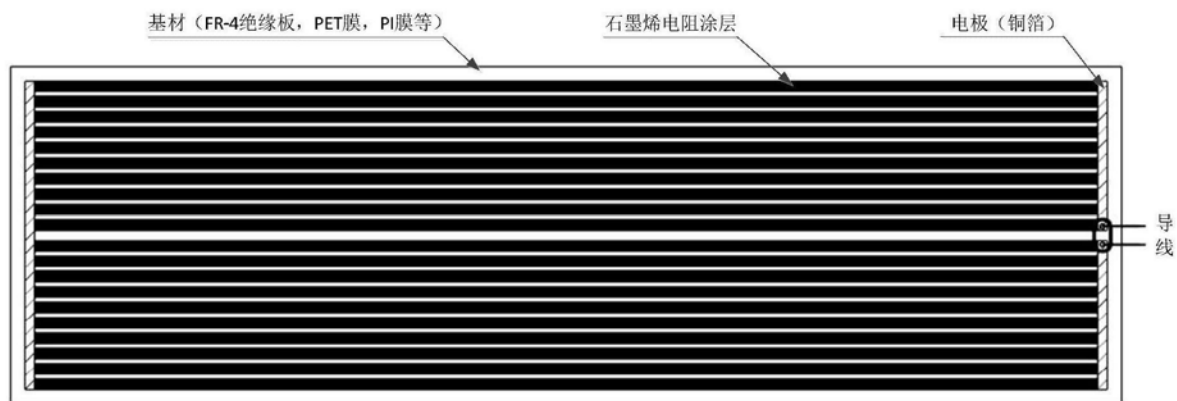


图1

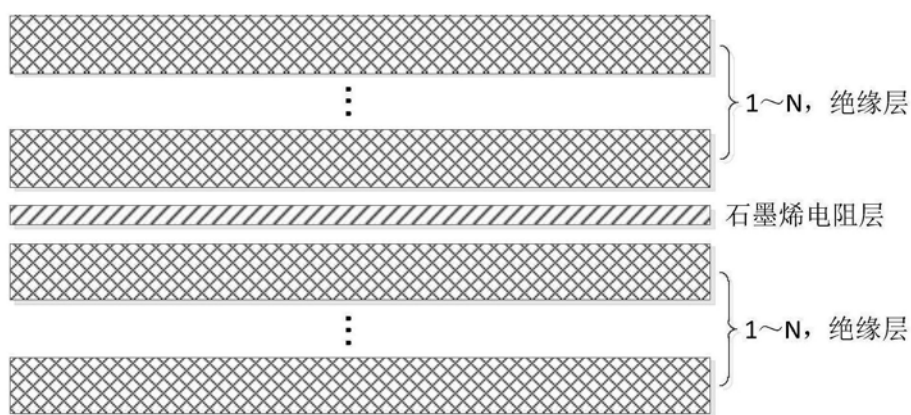


图2

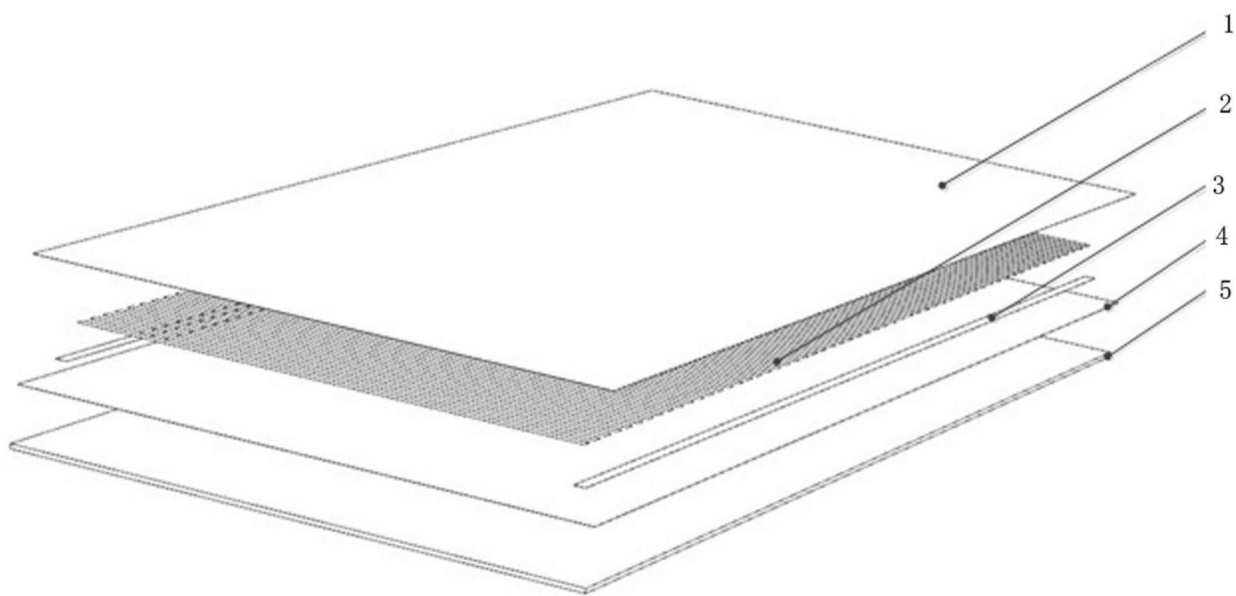


图3

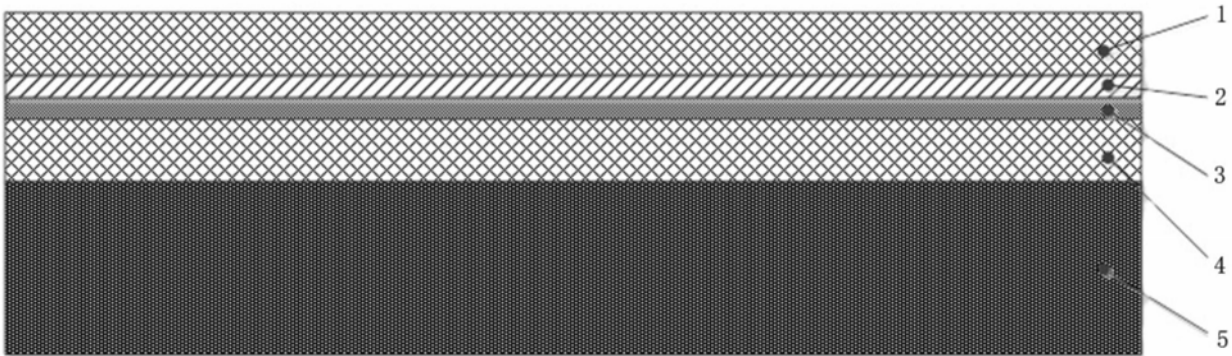


图4

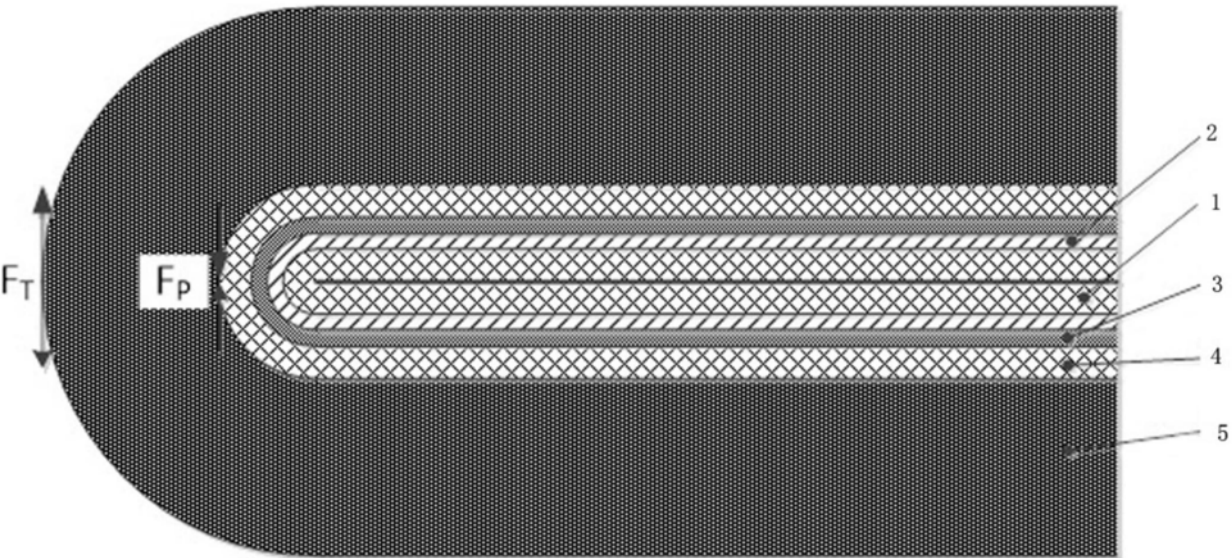


图5

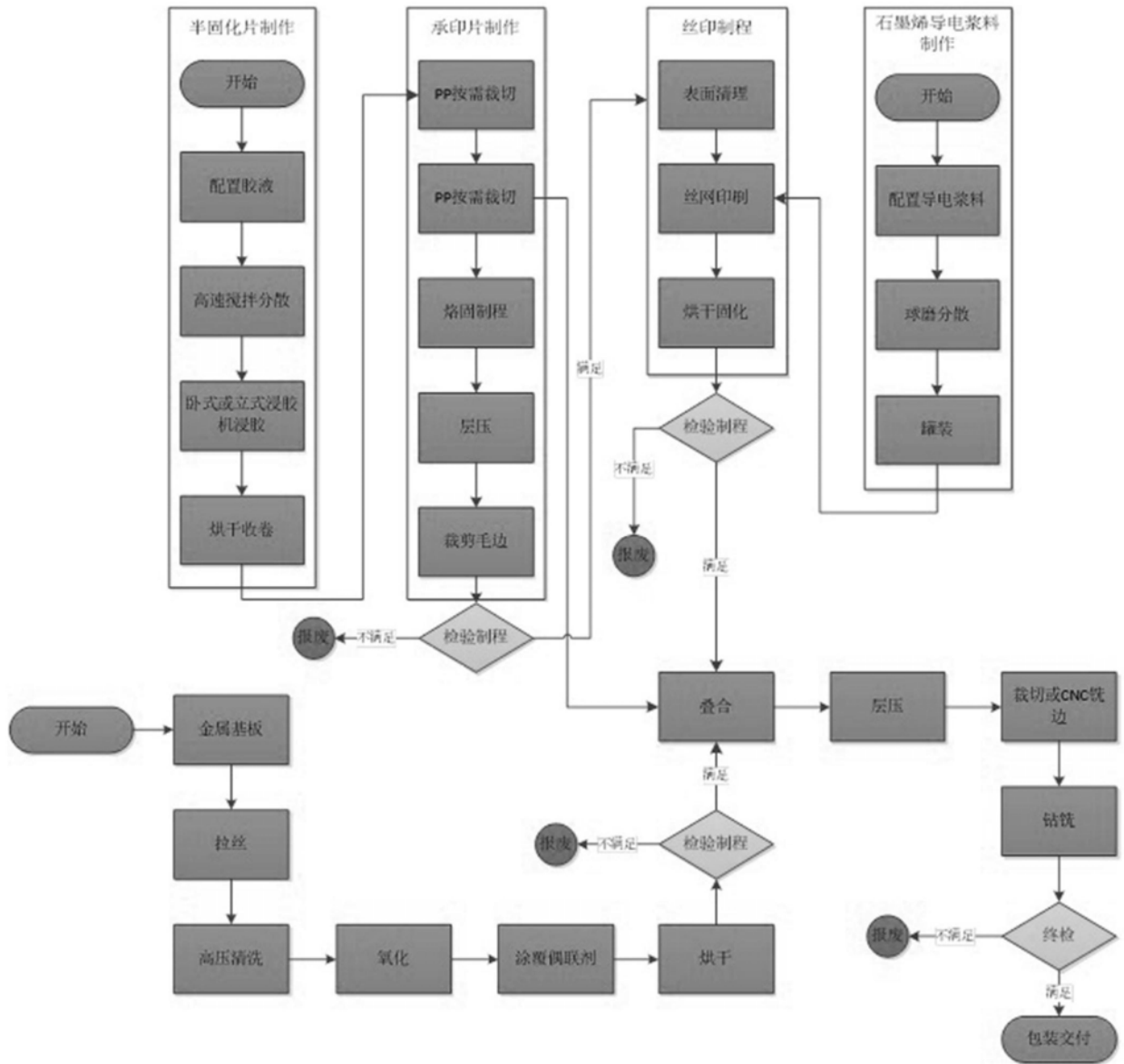


图6