



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 117646184 B

(45) 授权公告日 2024. 04. 05

(21) 申请号 202410118567.2

C23C 14/58 (2006.01)

(22) 申请日 2024.01.29

C23C 14/35 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

C23C 14/24 (2006.01)

申请公布号 CN 117646184 A

C23C 14/20 (2006.01)

(43) 申请公布日 2024.03.05

C09D 175/04 (2006.01)

C09D 7/61 (2018.01)

(73) 专利权人 北京天宇航天新材料科技有限公司

(56) 对比文件

地址 100190 北京市海淀区知春路82号院
航天恒星大厦7层

CN 111572152 A, 2020.08.25

CN 115072008 A, 2022.09.20

CN 202368004 U, 2012.08.08

(72) 发明人 宋佳赞 牛栋华 张亚飞 王润泽
赵廉颇 王凤岭 刘彤 薛瑶
高江南 卜范东 刘铖 刘洋
丁雪莲 郑静 徐微 白莉莉

JP H01202600 A, 1989.08.15

US 4923741 A, 1990.05.08

江经善. 多层隔热材料及其在航天器上的应用. 宇航材料工艺. 2000, (第04期), 全文.

李振宇等. 国产超薄双面镀铝聚酯薄膜的工艺改进和热物性研究. 表面技术. 2018, (第09期), 全文.

(74) 专利代理机构 北京永创新实专利事务所
11121

专利代理师 周长琪

审查员 曾清华

(51) Int. Cl.

C23C 14/56 (2006.01)

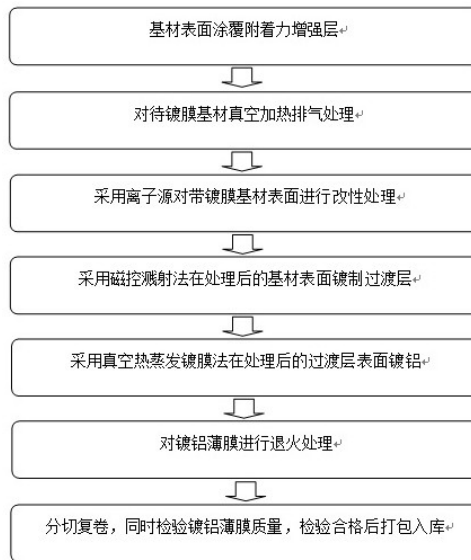
权利要求书1页 说明书4页 附图5页

(54) 发明名称

一种航天用超薄镀铝薄膜制备方法及其镀铝薄膜

(57) 摘要

本发明公开一种航天用超薄镀铝薄膜的制备方法及其镀铝薄膜。首先,在基材表面涂覆附着层;随后对待镀膜基材真空加热排气处理;再采用离子源对待镀膜基材表面进行改性处理;并采用磁控溅射法在处理后的基材表面镀制过渡层;采用真空热蒸发镀膜法在处理后的过渡层表面镀铝;镀铝后的镀铝薄膜进行退火处理;最后分切复卷,同时检验镀铝薄膜质量,检验合格后打包入库。通过此方法可以制备厚度不大于6 μ m的航天用超薄镀铝薄膜,所制备镀铝薄膜表面平整,无褶皱或划痕等缺陷,半球发射率0.03~0.05,太阳吸收比为0.09 \pm 0.02,可满足航天被动热控材料的大幅度减重需求。



1. 一种航天用超薄镀铝薄膜制备方法,其特征在于:具体步骤如下:

步骤1:采用涂布法在基材表面均匀地涂覆涂布混合剂,形成附着力增强层;具体为:基材表面涂覆涂布混合剂后,在温度为80~120℃的条件下烘干,然后在温度为60~80℃的条件下熟化20~40h,形成附着力增强层;

上述涂布混合剂由包括下列重量份数的原料制成:主剂:90份~110份;稀释剂:20份~50份;助剂:1份~10份;其中,主剂包括粘接剂和填料,粘接剂为二苯基甲烷二异氰酸酯,填料包括纳米氧化铝、纳米二氧化硅中的一种或两种;稀释剂包括乙二醇、异丙醇中的一种或两种;助剂包括山梨醇、三羟甲基乙烷中的一种或两种制成;

步骤2:对待镀膜基材真空加热排气处理;具体方法为:

将待镀铝基材薄膜放入排气处理装置内进行,打开设备抽真空装置开始抽真空,同时打开设备加热器进行加温,加热温度50~100℃,待加热器加热到设定温度后检查设备真空度是否高于10Pa;在设备真空度达到10Pa开始计时,基材真空加热排气时间为4~10h;

步骤3:采用离子源对待镀膜基材表面进行改性处理;

步骤4:采用磁控溅射法在处理后的基材表面镀制铝过渡层;镀膜过程中,本底真空度不低于 2×10^{-3} Pa,溅射气氛为高纯氩气,溅射气压0.5~2Pa,溅射功率5~10kW,走卷速度为5~10m/min;

步骤5:采用真空热蒸发镀膜法在处理后的过渡层表面进行蒸发镀铝;蒸发镀铝过程中,本底真空度不低于 5×10^{-3} Pa,蒸发温度在1100~1350℃;放卷张力120~200N,收卷张力50~120N,张力辊张力50~120N,展平辊弧度80~120°;

步骤6:退火处理;

退火处理过程温度在100~280℃,退火时间12~24h;

步骤7:分切复卷,同时检验镀铝薄膜质量,检验合格后打包入库。

2. 如权利要求1所述一种航天用超薄镀铝薄膜制备方法,其特征在于:步骤3中基材表面改性处理气氛为氩氧混合气体,其中氧气含量为5%~30%,离子源处理功率2~5kW。

3. 如权利要求1所述一种航天用超薄镀铝薄膜制备方法,其特征在于:步骤4中铝过渡层厚度在5~10nm之间。

4. 如权利要求1所述一种航天用超薄镀铝薄膜制备方法,其特征在于:所制备的镀铝薄膜结构为三明治结构,上下表面为镀铝功能层,厚度在30~150nm;中间夹层为有机薄膜类基材,厚度1~5.5 μ m;镀铝功能层的附着力不小于4.0N/15mm;整体镀铝薄膜总厚度达到6 μ m以下,拉伸强度不小于180MPa;且所得到的镀铝薄膜半球发射率0.03~0.05,太阳吸收比为 0.09 ± 0.02 。

一种航天用超薄镀铝薄膜制备方法及其镀铝薄膜

技术领域

[0001] 本发明涉及航天热控技术领域,尤其涉及一种航天用超薄镀铝薄膜制备方法及其镀铝薄膜。

背景技术

[0002] 在航天技术领域,卫星、飞船等航天器的隔热保温通常采用多层隔热组件。多层隔热组件具有质量轻,不挥发,无粉尘,安装较方便,是航天器最常用的柔性被动热控材料,大面积包覆于航天器表面,在真空环境下隔热性能良好。多层隔热组件是由具有低发射率的反射屏(如铝箔、镀铝聚酯薄膜等)和低热导率的隔离层(如玻璃纤维纸、尼龙网、植物纤维纸等)相互交替叠加组成,具有较好的隔热性能,理论上多层隔热组件的当量导热系数可低到 $10^{-5} \text{W}/(\text{m} \cdot \text{k})$,隔热性能优异。通常多层隔热组件是通过反射屏的层层反射,对辐射热流形成很高的热阻。根据设计需求不同,多层隔热组件可以分为5单元、10单元、15单元、20单元和30单元等多种类型,多层隔热组件的单元数与反射屏的数量直接相关,例如30单元的多层隔热组件的反射屏数量为31层。因此反射屏的面密度对多层隔热组件,尤其是20单元和30单元的多层隔热组件的总重量影响显著,而航天技术领域,航天器的重量与火箭发射载荷密切相关,增加火箭发射载荷不仅成本高,而且技术难度大发射风险高。目前航天器发射成本非常昂贵,一千克重量发射成本高达2万美元。所以降低反射屏的面密度以实现多层隔热组件显著减重是航天被动热控材料技术领域的重要任务。

发明内容

[0003] 本发明涉及一种航天用超薄镀铝薄膜,此镀铝薄膜不仅表面平整,无褶皱或划痕等缺陷,半球发射率 $0.03 \sim 0.05$,太阳吸收比为 0.09 ± 0.02 ,而且其拉伸强度不小于 170MPa ,总厚度小于 $6 \mu\text{m}$,用作航天多层隔热组件的反射屏,可实现反被动热控材料的大幅度减重。

[0004] 本发明航天用超薄镀铝薄膜制备方法,具体步骤为:

[0005] 步骤1:采用涂布法在基材表面均匀地涂覆的涂布混合剂,形成附着力增强层。

[0006] 步骤2:对待镀膜基材真空加热排气处理。

[0007] 步骤3:采用离子源对待镀膜基材表面进行改性处理。

[0008] 步骤4:采用磁控溅射法在处理后的基材表面镀制过渡层。

[0009] 步骤5:采用真空热蒸发镀膜法在处理后的过渡层表面进行蒸发镀铝。

[0010] 步骤6:退火处理。

[0011] 步骤7:分切复卷,同时检验镀铝薄膜质量,检验合格后打包入库。

[0012] 采用上述方法,所制备的镀铝薄膜结构为三明治结构,上下表面为镀铝功能层,厚度在 $30 \sim 150 \text{nm}$;中间夹层为有机薄膜类基材,厚度 $1 \sim 5.5 \mu\text{m}$;使镀铝功能层的附着力不小于 $4.0 \text{N}/15 \text{mm}$;整体镀铝薄膜总厚度可达到 $6 \mu\text{m}$ 以下,拉伸强度不小于 180MPa ;且所得到的镀铝薄膜半球发射率 $0.03 \sim 0.05$,太阳吸收比为 0.09 ± 0.02 。

[0013] 本发明的优点在于:

[0014] 本发明涉及一种航天用超薄镀铝薄膜,此镀铝薄膜不仅厚度小而且强度高,镀铝薄膜总厚度小于 $6\mu\text{m}$,拉伸强度不小于 180MPa ,满足航天被动热控材料轻薄且高强的要求。

[0015] 本发明涉及一种航天用超薄镀铝薄膜,此镀铝薄膜不仅表面铝镀层附着力好,耐湿热和温冲性能好,而且空间耐受性好,满足航天被动热控材料的寿命要求。

[0016] 本发明涉及一种航天用超薄镀铝薄膜,此镀铝薄膜表面平整,无褶皱或划痕等缺陷,半球发射率 $0.03\sim 0.05$,太阳吸收比为 0.09 ± 0.02 ,用作航天多层隔热组件的反射屏,可实现反被动热控材料的大幅度减重。

[0017] 本发明涉及一种航天用超薄镀铝薄膜的制备方法,此方法通过基材真空排气处理可以最大限度除去基材表面吸附的水蒸汽和空气分子,表面离子源处理可以改变基材表面性状,打破基材表面分子结构,形成悬挂键,增强基材表面和铝镀层的附着力。

[0018] 本发明涉及一种航天用超薄镀铝薄膜的制备方法,此方法通过对镀铝薄膜的退火处理可显著增加镀铝薄膜表面镀铝层表面稳定性和附着力。

附图说明

[0019] 图1一种航天用超薄镀铝薄膜的制备方法流程图;

[0020] 图2a为采用本发明方法制备的PS04K-n系列多层隔热组件与现有PS06K-n系列多层隔热组件面密度对比图;

[0021] 图2b为采用本发明方法制备的PS04K-n系列多层隔热组件所实现减重百分比曲线图;

[0022] 图3a为采用本发明方法制备的PS02K-n系列多层隔热组件与现有PS06K-n系列多层隔热组件面密度对比图;

[0023] 图3b为采用本发明方法制备的PS02K-n系列多层隔热组件所实现减重百分比曲线图。

具体实施方式

[0024] 下面结合附图对本发明做进一步详细说明。

[0025] 本发明航天用超薄镀铝薄膜的制备方法,具体步骤如下:

[0026] 步骤1:基材表面涂覆附着力增强层;

[0027] 采用涂布法在基材表面均匀地涂覆的涂布混合剂,在温度为 $80\sim 120^{\circ}\text{C}$ 的条件下烘干,然后在温度为 $60\sim 80^{\circ}\text{C}$ 的条件下熟化 $20\sim 40\text{h}$;形成附着力增强层。

[0028] 涂布混合剂由包括下列重量份数的原料制成:主剂:90份~110份;稀释剂:20份~50份;助剂:1份~10份。主剂包括粘接剂和填料,粘接剂为二苯基甲烷二异氰酸酯,填料包括纳米氧化铝、纳米二氧化硅中的一种或两种的混合物,两者最优配比为纳米氧化铝 $60\sim 80\%$,纳米二氧化硅 $20\sim 40\%$ 。稀释剂包括乙二醇、异丙醇中的一种或两种的混合物,两者最优配比为乙二醇 $10\sim 30\%$,异丙醇 $70\sim 90\%$ 。助剂包括山梨醇、三羟甲基乙烷中的一种或两种的混合物,两者最优配比为山梨醇 $5\sim 20\%$,三羟甲基乙烷 $80\sim 95\%$ 。

[0029] 步骤2:对待镀膜基材真空加热排气处理;

[0030] 将待镀铝基材薄膜放入排气处理装置内进行,打开设备抽真空装置开始抽真空,同时打开设备加热器进行加温,加热温度 $50\sim 100^{\circ}\text{C}$,待加热器加热到设定温度后保持恒温,

同时检查设备真空度是否高于10Pa,直至设备真空度达到10Pa开始计时,持续在恒温下抽真空进行加热排气,时间为4~10h,以充分排除基材表面所吸收的水分和空气。

[0031] 步骤3:采用离子源对带镀膜基材表面进行改性处理;

[0032] 基材加热排气处理结束后,将基材从加热排气装置内取出,然后在30min内将基材放入设备中进行离子源改性处理,若超过30min,则返回重新执行步骤2操作。离子源改性处理气氛为氩氧混合气体,其中氧气含量为5%~30%,离子源处理功率2~5kW。

[0033] 步骤4:采用磁控溅射法在处理后的基材表面镀制过渡层;

[0034] 采用磁控溅射法镀膜法在离子源处理后基材表面镀制铝过渡层,铝过渡层的厚度在5~10nm之间;镀膜过程中,本底真空度不低于 2×10^{-3} Pa,溅射气氛为高纯氩气,溅射气压0.5~2Pa,溅射功率5~10kW,走卷速度为5~10m/min。

[0035] 步骤5:采用真空热蒸发镀膜法在处理后的过渡层表面镀铝;

[0036] 采用真空热蒸发镀膜法在过渡层表面进行蒸发镀铝;镀膜过程中,本底真空度不低于 5×10^{-3} Pa,蒸发温度在1100~1350℃。放卷张力120~200N,收卷张力50~120N,张力辊张力50~120N,展平辊弧度80~120°。

[0037] 步骤6:对镀铝薄膜进行退火处理;

[0038] 将镀铝后镀铝薄膜放入退火炉中进行退火处理,以增加铝镀层耐水汽腐蚀性能和在基材表面上的附着力,其中退火温度100~280℃,退火时间12~24h。

[0039] 步骤7:分切复卷,同时检验镀铝薄膜质量,检验合格后打包入库。

[0040] 将退火后镀铝薄膜安装到复卷分切机上,按规格要求进行分切复卷,同时检验薄膜的表面质量是否合格,分切和检验完成后打包入库。

[0041] 基于上述方法所制成的镀铝薄膜为三明治结构,其上下表面为镀铝功能层,厚度在30~150nm。中间夹层为有机薄膜类基材,为聚酯、聚酰亚胺或F46中的一种,厚度1~5.5μm。同时在镀铝功能层与有机薄膜类基材之间还涂覆有增强层,使镀铝功能层的附着力不小于4.0N/15mm。

[0042] 最终所制成的镀铝薄膜总厚度可达到6μm以下,拉伸强度不小于180MPa;且所得到的镀铝薄膜半球发射率0.03~0.05,太阳吸收比为 0.09 ± 0.02 。

实施例1

[0043] 以PS06K-n(n=5,10,15,20,30)系列多层隔热组件为例,该系列多层隔热组件的铺层结构为GSP020K/涤纶网/[GSP006K/涤纶网...GSP006K/涤纶网]/GSP020K,其上下表面是型号为GSP020K的20μm双面镀铝聚酯薄膜,中间是n-1(n=5,10,15,20,30)层型号为GSP006K的6μm双面镀铝聚酯薄膜。聚酯薄膜层与层之间用涤纶网进行了隔离。采用本发明方法制备的以4μm双面镀铝聚酯薄膜作为反射屏制备PS04K-n(n=5,10,15,20,30)系列多层隔热组件,铺层结构为GSP020K/涤纶网/[GSP004K/涤纶网...GSP006K/涤纶网]/GSP020K。所制备的5单元、10单元、15单元、20单元和30单元多层隔热组件的面密度分布为128 g/m²,205g/m²,281g/m²,358g/m²,511g/m²,与PS06K-n(n=5,10,15,20,30)系列多层隔热组件的面密度相比有显著降低,两者的面密度对比如图2a所示。图2b是PS04K-n(n=5,10,15,20,30)系列多层隔热组件所实现减重百分比的曲线图,由图可见随多层隔热组件层数的增加,材料的减重率也随之增加,30层多层隔热组件可实现15%的材料减重。

实施例2

[0044] 以PS06K-n (n=5,10,15,20,30) 系列多层隔热组件为例,该系列多层隔热组件的铺层结构为GSP020K/涤纶网/[GSP006K/涤纶网.....GSP006K/涤纶网]/GSP020K,其上下表面是型号为GSP020K的20 μm 双面镀铝聚酯薄膜,中间是n-1 (n=5,10,15,20,30) 层型号为GSP006K的6 μm 双面镀铝聚酯薄膜。聚酯薄膜层与层之间用涤纶网进行了隔离。采用本发明方法制备的以2 μm 双面镀铝聚酯薄膜作为反射屏制备PS02K-n (n=5,10,15,20,30) 系列多层隔热组件,铺层结构为GSP020K/涤纶网/[GSP006K/涤纶网.....GSP002K/涤纶网]/GSP020K。所制备的5单元、10单元、15单元、20单元和30单元多层隔热组件的面密度分布为117 g/m²,179g/m²,241g/m²,303g/m²,427g/m²,与PS06K-n (n=5,10,15,20,30) 系列多层隔热组件的面密度相比有显著降低,两者的面密度对比如图2a所示。图2b是PS02K-n (n=5,10,15,20,30) 系列多层隔热组件所实现减重百分比的曲线图,由图可见随多层隔热组件层数的增加,材料的减重率也随之增加,30层多层隔热组件可实现28.5%的材料减重。

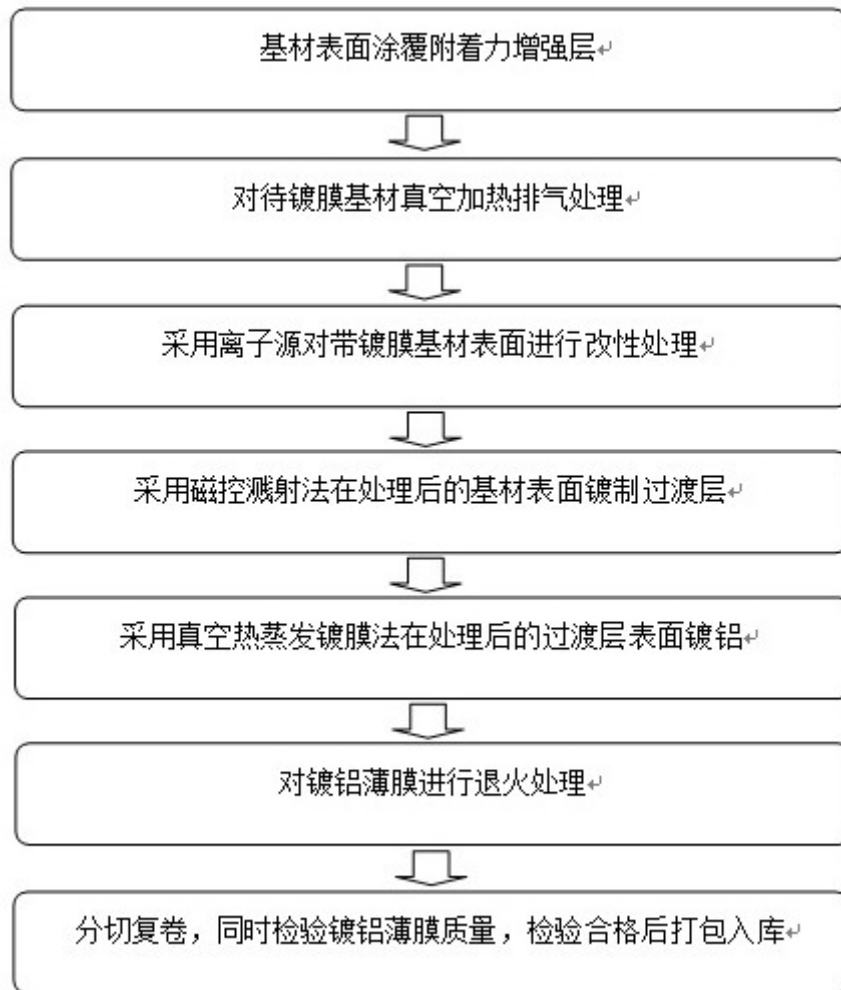


图 1

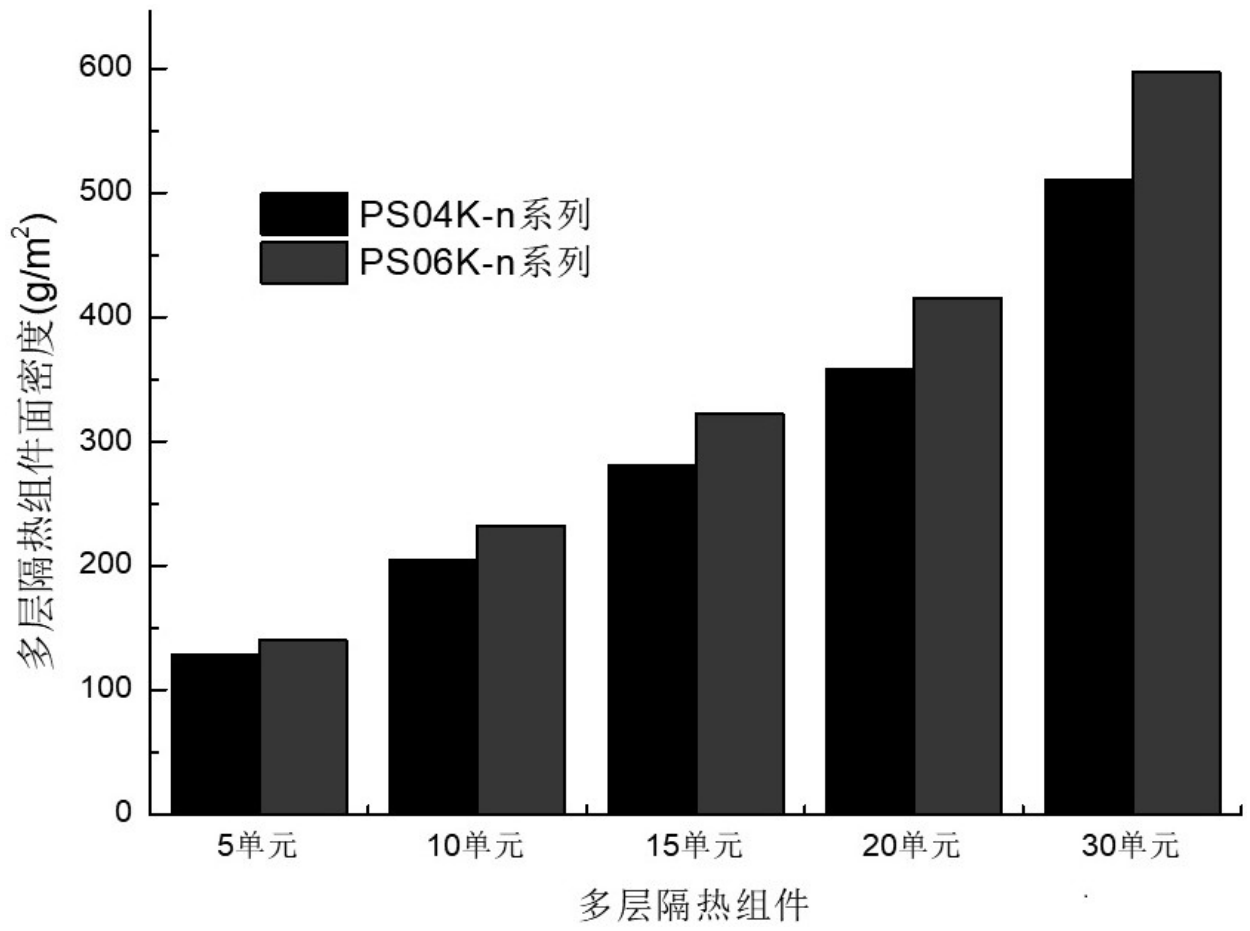


图 2a

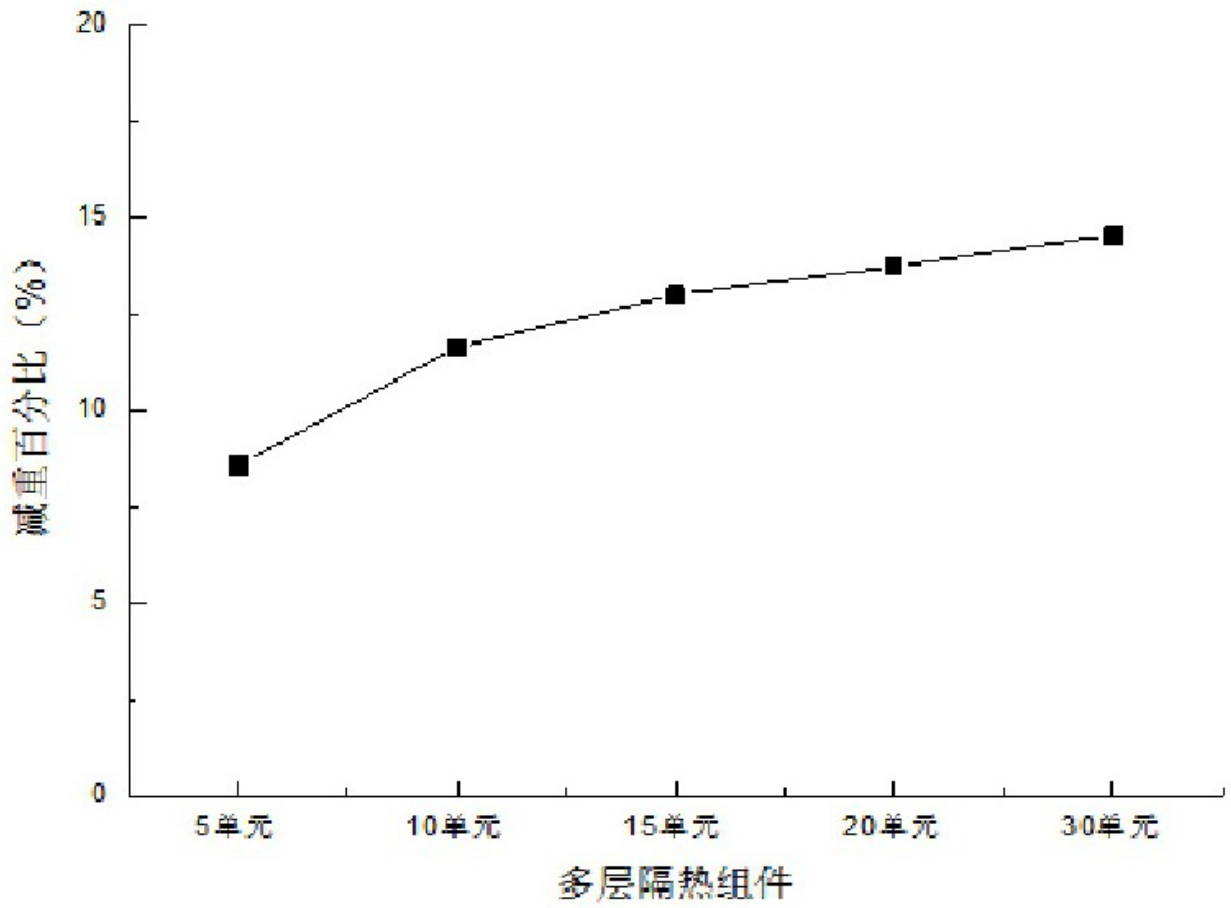


图 2b

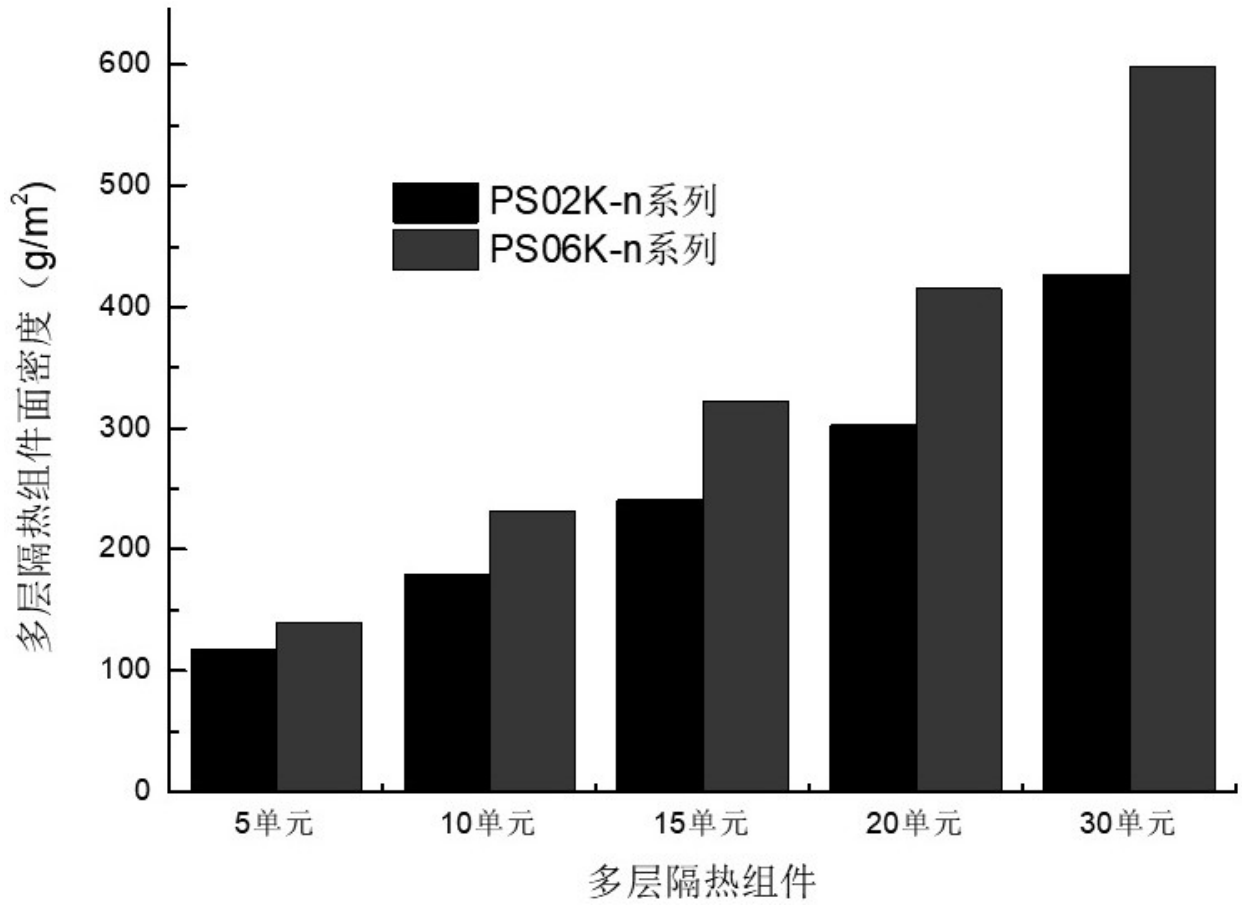


图 3a

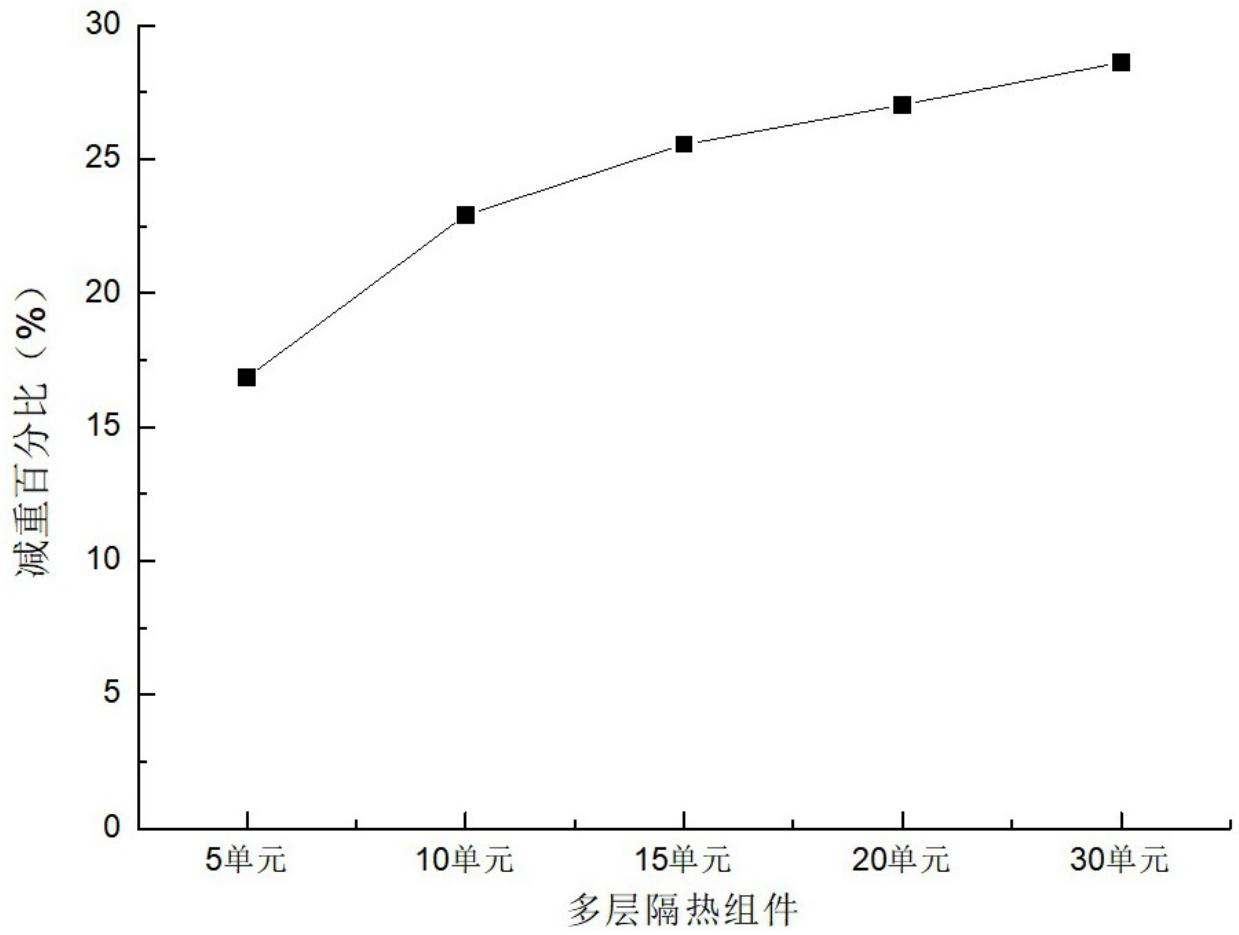


图 3b