



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109808282 A

(43)申请公布日 2019. 05. 28

(21)申请号 201711162933.0

(22)申请日 2017.11.21

(71)申请人 中兴通讯股份有限公司

地址 518057 广东省深圳市南山区高新技术产业园科技南路中兴通讯大厦法务部

(72)发明人 欧阳求保 黄宇 刘金

(74)专利代理机构 北京派特恩知识产权代理有限公司 11270

代理人 蒋雅洁 张颖玲

(51)Int.Cl.

B32B 37/06(2006.01)

B32B 37/10(2006.01)

B22F 7/04(2006.01)

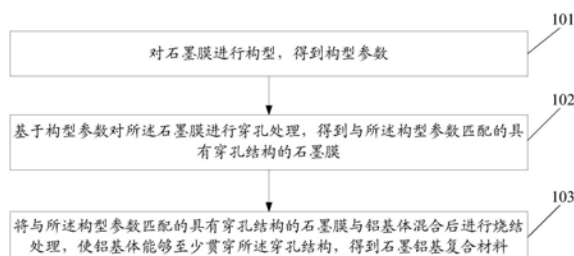
权利要求书1页 说明书6页 附图2页

## (54)发明名称

一种石墨铝基复合材料及其制备方法

## (57)摘要

本发明实施例公开了一种石墨铝基复合材料的制备方法,所述方法包括:对石墨膜进行构型,得到构型参数;基于构型参数对所述石墨膜进行穿孔处理,得到与所述构型参数匹配的具有穿孔结构的石墨膜;将与所述构型参数匹配的具有穿孔结构的石墨膜与铝基体混合后进行烧结处理,使铝基体能够至少贯穿所述穿孔结构,得到石墨铝基复合材料。本发明实施例还公开了一种石墨铝基复合材料。



1. 一种石墨铝基复合材料的制备方法,其特征在于,所述方法包括:  
对石墨膜进行构型,得到构型参数;  
基于构型参数对所述石墨膜进行穿孔处理,得到与所述构型参数匹配的具有穿孔结构的石墨膜;  
将与所述构型参数匹配的具有穿孔结构的石墨膜与铝基体混合后进行烧结处理,使铝基体能够至少贯穿所述穿孔结构,得到石墨铝基复合材料。
2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述石墨膜为人工合成石墨膜或石墨烯膜;和/或,  
所述铝基体为铝或铝合金;和/或,  
所述铝基体为以下为形状中的至少一种:箔片状,板状,粉状。
3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述构型参数包括以下参数中的至少一种:穿孔尺寸、穿孔率和穿孔的排列方式。
4. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于,所述穿孔率为大于0,小于等于80%;或者,所述穿孔率为1%-40%。
5. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于,所述穿孔的排列方式为以下方式中的至少一种:长方形排布、多边形排布、面心排布。
6. 根据权利要求1或3所述的方法,其特征在于,穿孔尺寸为200 $\mu\text{m}$ -6mm。
7. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述石墨铝基复合材料中石墨膜的体积含量为11-70%。
8. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述烧结处理,包括:  
在温度为645-660 $^{\circ}\text{C}$ ,和/或,压力为20-45MPa,和/或,烧结时间为60-100min的条件下进行烧结处理。
9. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述将与所述构型参数匹配的具有穿孔结构的石墨膜与铝基体混合后进行烧结处理之前,所述方法还包括:  
利用丙酮对具有穿孔结构的石墨膜进行清洗。
10. 一种石墨铝基复合材料,其特征在于,所述石墨铝基复合材料为权利要求1至9所制备得到的石墨铝基复合材料。

## 一种石墨铝基复合材料及其制备方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及金属基复合材料及其制备技术领域,尤其涉及一种石墨铝基复合材料及其制备方法。

### 背景技术

[0002] 随着电子工业的不断发展,电子器件不断向小型化、集成化、高功率化和轻量化方向发展,这使得其热密度不断增加,散热空间不断减小,散热成为该领域的核心问题。因此,迫切需要发展具有高导热、低热膨胀系数、轻质的热管理材料。而金属基复合材料是能集高导热、低热膨胀、低密度等优异性能于一身的热管理材料,比如,石墨/金属复合材料,由于具有超高热导率、低热膨胀、轻质和良好的加工性能,是一种极具竞争力和发展前景的热管理材料。

[0003] 所述石墨/金属复合材料具有严重的各向异性,比如,石墨膜/铝层状复合材料的面内热导率可高达380-940W/mK,而厚度方向的热导率却很低,仅29-7W/mK)。也就是说,这种材料是理想的二维散热材料,它能够使得热量沿着二维方向快速扩散,实现均热和散热的目的。但是,很多热管理场合需要材料不仅在面内方向具有高导热性能,厚度方向也应具有较高的热导率。因此,如何使石墨/金属复合材料不仅在面内方向具有高导热性能,而且还能在厚度方向也应具有较高的热导率成为亟待解决的问题。

### 发明内容

[0004] 为解决现有存在的技术问题,本发明实施例提供了一种石墨铝基复合材料及其制备方法,能至少解决现有技术中存在的上述问题。

[0005] 本发明实施例的技术方案是这样实现的:

[0006] 本发明实施例第一方面提供了一种石墨铝基复合材料的制备方法,包括:

[0007] 对石墨膜进行构型,得到构型参数;

[0008] 基于构型参数对所述石墨膜进行穿孔处理,得到与所述构型参数匹配的具有穿孔结构的石墨膜;

[0009] 将与所述构型参数匹配的具有穿孔结构的石墨膜与铝基体混合后进行烧结处理,使铝基体能够至少贯穿所述穿孔结构,得到石墨铝基复合材料。

[0010] 上述方案中,所述石墨膜为人工合成石墨膜或石墨烯膜;和/或,

[0011] 所述铝基体为铝或铝合金;和/或,

[0012] 所述铝基体为以下形状中的至少一种:箔片状,板状,粉状。

[0013] 上述方案中,所述构型参数包括以下参数中的至少一种:穿孔尺寸、穿孔率和穿孔的排列方式。

[0014] 上述方案中,所述穿孔率大于0,小于等于80%;或者,所述穿孔率为1%-40%。

[0015] 上述方案中,所述穿孔的排列方式为以下方式中的至少一种:长方形排布、多边形排布、面心排布。

[0016] 上述方案中,穿孔尺寸为200 $\mu\text{m}$ –6mm。

[0017] 上述方案中,所述石墨铝基复合材料中石墨膜的体积含量为11–70%。

[0018] 上述方案中,所述烧结处理,包括:

[0019] 在温度为645–660 $^{\circ}\text{C}$ ,和/或,压力为20–45MPa,和/或,烧结时间为60–100min的条件下进行烧结处理。

[0020] 上述方案中,所述将与所述构型参数匹配的具有穿孔结构的石墨膜与铝基体混合后进行烧结处理之前,所述方法还包括:

[0021] 利用丙酮对具有穿孔结构的石墨膜进行清洗。

[0022] 本发明实施例第二方面提供了一种石墨铝基复合材料,所述石墨铝基复合材料为以上任一方法所制备得到的石墨铝基复合材料。

[0023] 本发明实施例所述的石墨铝基复合材料及其制备方法,与连续层状构型相比,能够利用穿孔结构,在石墨膜的厚度方向引入铝通道,因此,能够使厚度方向的热导率获得提高,而对于面内方向,石墨膜仍然具有高取向度,即面内热导率保持有较高的水平。而且,由于穿孔尺寸(也即孔径)和穿孔率等参数可以在较为宽广的范围内调控,所述,能够使得到的石墨铝基复合材料的性能在较大的范围内调控,满足不同热管理场合的不同需求。

## 附图说明

[0024] 图1为本发明实施例石墨铝基复合材料的制备方法的流程图;

[0025] 图2为本发明实施例石墨膜构型设计方案示意图;

[0026] 图3为本发明实施例复合材料在一具体示例中的制备流程示意图;

[0027] 图4为本发明实施例石墨铝基复合材料的微观结构图。

## 具体实施方式

[0028] 复合材料一大特点就是具有可设计性,但对于石墨/铝复合材料而言,却很少关于通过控制石墨的形状、分布和连续性等来调控其性能的报道。但事实上,石墨的这些构型参数对于复合材料的性能有很大的影响,例如,从连续层状构型到非连续层状构型,石墨在面内方向的连续性降低,而铝在厚度方向的连续性增加,这就使得材料面内和厚向的热导率发生改变。实际应用中,很多热管理场合需要根据实际情况对所使用热管理材料的性能进行设计和调控,因此,有必要寻求有效的方法来对石墨/金属复合材料进行调控和设计,使厚向热导率获得提升,以改善其各向异性,同时,形成石墨/金属复合材料性能设计和调控手段,以满足不同热管理场合的不同需求。

[0029] 因此,为了解决上述问题,本发明实施例提供了一种石墨铝基复合材料及其制备方法。这里,为了能够更加详尽地了解本发明的特点与技术内容,下面结合附图对本发明的实现进行详细阐述,所附附图仅供参考说明之用,并非用来限定本发明。

[0030] 本实施例提供了一种石墨铝基复合材料的制备方法,具体地,本实施例提供了一种高导热石墨/铝复合材料的构型设计方案及其制备方法,该方法简单可控,参数变化范围广,行之有效,所制备的复合材料性能优异,且可以在很宽的范围调控,进而能够适应不同热管理场合对材料的性能的需求,是理想的热管理材料。

[0031] 具体地,图1为本发明实施例石墨铝基复合材料的制备方法的实现流程示意图,如

图1所示,所述方法包括:

[0032] 步骤101:对石墨膜进行构型,得到构型参数;

[0033] 具体地,对石墨膜构型设计,如图2所示,首先设计如何对石墨膜进行穿孔处理,比如,在石墨膜上设计一些满足构型参数的穿孔。这里,所述构型参数可调控,即可根据实际需求而调控,比如,实际应用中,可根据理论模型,按照实际性能需求,对构型参数进行设计;进一步地,所述构型参数包括以下参数中的至少一种:穿孔尺寸,穿孔率和穿孔的排列方式。

[0034] 步骤102:基于构型参数对所述石墨膜进行穿孔处理,得到与所述构型参数匹配的具有穿孔结构的石墨膜;

[0035] 具体地,石墨膜构型处理,比如,如图2所示,按照设计好的穿孔尺寸(也即孔径)、穿孔率和穿孔的排列方式等构型参数,利用穿孔机对石墨膜进行穿孔处理,得到具有穿孔结构的石墨膜。

[0036] 这里,在实际应用中,步骤102之后,可使用丙酮对构型处理后的具有穿孔结构的石墨膜进行清洗,烘干后备用。

[0037] 步骤103:将与所述构型参数匹配的具有穿孔结构的石墨膜与铝基体混合后进行烧结处理,使铝基体能够至少贯穿所述穿孔结构,得到石墨铝基复合材料。

[0038] 具体地,复合材料制备,将构型处理后的具有穿孔结构的石墨膜与铝基体按照一定的体积含量混合后置于模具中,进行烧结处理;这里,由于石墨膜中具有穿孔结构,所以,在烧结过程中,铝基体能至少贯穿所述穿孔结构,进而得到石墨铝基复合材料。

[0039] 在一具体示例中,如图3所示,将铝基体置于具有穿孔结构的石墨膜的上、下表面,这里,实际应用中,可以根据性能需求对石墨膜与铝基体的排布进行调整;进一步地,将排布后的具有穿孔结构的石墨膜与铝基体置于模具中,进行烧结处理,在烧结处理的过程中,铝基体会渗入所述石墨膜中,且穿孔结构中会贯穿铝基体,如此,得到石墨铝基复合材料。

[0040] 本实施例中,所述烧结处理的过程中的真空热压温度高于铝基体的熔点温度;比如,在一具体示例中,所述烧结处理,包括:在温度为645-660℃,和/或,压力为20-45MPa,和/或,烧结时间为60-100min的条件下进行真空热压烧结处理。

[0041] 在一具体示例中,所述石墨膜可以是人工合成石墨膜,也可以是石墨烯膜。

[0042] 在另一具体示例中,所述铝基体指的是铝或者是铝及其合金,进一步地,所述铝基体为以下为形状中的至少一种:箔片状,板状,粉状。

[0043] 在一具体示例中,所述穿孔的排列方式为以下方式中的至少一种:长方形排布、多边形排布、面心排布。

[0044] 在另一具体示例中,所述石墨铝基复合材料中石墨膜的体积含量为11%-70%。

[0045] 在另一具体实施例中,所述穿孔尺寸不小于200 $\mu\text{m}$ 。优选地,穿孔的直径,也即穿孔尺寸为200 $\mu\text{m}$ -6mm。

[0046] 在另一具体实施例中,所述穿孔率不大于80%。优选地,穿孔率为1%-40%。

[0047] 这样,本发明实施例所得到的石墨铝基复合材料,与连续层状构型相比,能够利用穿孔结构,在石墨膜的厚度方向引入铝通道,因此,能够使厚度方向的热导率获得提高,而对于面内方向,石墨膜仍然具有高取向度,即面内热导率保持有较高的水平。而且,由于穿孔尺寸(也即孔径)和穿孔率等参数可以在较为宽广的范围内调控,所述,能够使得到的石

墨铝基复合材料的性能在较大的范围内调控,满足不同热管理场合的不同需求。

[0048] 因此,本发明实施例所述的方法操作简单,制备工艺可控,构型参数变化范围广,能够得到具有不同性能特点的高导热复合材料。且,本实施例得到的复合材料的性能接近铝合金,有一定的强度与韧性,可以作为结构材料使用。

[0049] 以下结合具体示例对本发明实施例做进一步详细说明;以下实施例中使用的石墨膜主要是人工合成石墨膜,铝基体主要是铝箔或铝板,且制备得到的复合材料构型主要包括穿孔构型和连续层状构型。

[0050] 实施例一

[0051] 一种具有穿孔构型的石墨膜/铝复合材料(也即石墨铝基复合材料),穿孔的直径为1.5mm,穿孔的排列方式为简单长方形排布,穿孔率为10%。

[0052] 取尺寸大小为35mm\*10mm\*29.5 $\mu$ m(长\*宽\*厚)的石墨膜,用1.5mm的穿孔机对该石墨膜进行穿孔处理,穿孔排布控制为简单长方形排布,也就是说,多个穿孔能够组成长方形,穿孔数为21个,穿孔率约为10%,穿孔处理后得到就有穿孔结构(也即穿孔构型)的石墨膜。利用丙酮对穿孔结构的石墨膜进行清洗后烘干备用。

[0053] 取尺寸大小为35mm\*10mm\*26 $\mu$ m的1060铝箔(也即箔片状的铝基体),使其与上述穿孔结构的石墨膜复合,这里,石墨膜的体积分数控制在53.2%左右。具体地,对铝箔表面进行酸碱洗以去除表面氧化膜,然后与穿孔结构的石墨膜置于热压模具中,在热压温度为655 $^{\circ}$ C,热压压力为45MPa的条件下热压100min以获得致密的穿孔构型的石墨膜/铝复合材料。

[0054] 本实施例制备得到的复合材料组织致密,石墨膜与铝界面结合良好,面内热导率约为618W/mK,厚度方向热导率约为35W/mK。

[0055] 图4本实施例制备得到的石墨膜/铝复合材料的微观结构图,如图4所示,石墨膜与铝基体之间界面结合良好。石墨膜的取向度较高,进而使得该复合材料的面内热导率较高。进一步地,与层状构型相比,穿孔构型中铝基体在厚度方向形成了快速导热通道,如此,使得复合材料厚度方向热导率较层状构型获得提高,进而改善了石墨膜/铝复合材料的性能各向异性。

[0056] 实施例二

[0057] 一种具有层状构型的石墨膜/铝复合材料(也即石墨铝基复合材料),使用未做穿孔处理的石墨膜与铝箔复合。

[0058] 取尺寸大小为35mm\*10mm\*29.5 $\mu$ m的石墨膜,用丙酮清洗后烘干备用。取尺寸大小为35mm\*10mm\*26 $\mu$ m的1060铝箔,使其与上述石墨膜复合,这里,石墨膜的体积分数控制在53.2%左右。具体地,对铝箔表面进行酸碱洗以去除表面氧化膜,然后与石墨膜置于热压模具中,在热压温度为655 $^{\circ}$ C,热压压力为45MPa的条件下热压100min以获得致密的层状构型的石墨膜/铝复合材料。

[0059] 本实施例制备得到的复合材料组织致密,石墨膜与铝界面结合良好,面内热导率约为781W/mK,厚度方向热导率约为11W/mK。

[0060] 实施例三

[0061] 一种具有穿孔构型的石墨膜/铝复合材料(也即石墨铝基复合材料),穿孔的直径为200 $\mu$ m,穿孔的排列方式为简单的长方形排布,穿孔率为1%。

[0062] 取尺寸大小为10mm\*10mm\*29.5 $\mu$ m的石墨膜,用200 $\mu$ m的穿孔机对该石墨膜进行穿

孔处理,穿孔排布控制为简单的长方形排布,穿孔数为36个,穿孔率约为1%,穿孔处理后得到就有穿孔结构(也即穿孔构型)的石墨膜。利用丙酮对穿孔结构的石墨膜进行清洗后烘干备用。

[0063] 取尺寸大小为10mm\*10mm\*13 $\mu$ m的1060铝箔,使其与上述穿孔结构的石墨膜复合,这里,石墨膜的体积分数控制在70%左右。具体地,对铝箔表面进行酸碱洗以去除表面氧化膜,然后与穿孔结构的石墨膜置于热压模具中,在热压温度为645 $^{\circ}$ C,热压压力为20MPa的条件下热压100min以获得致密的穿孔构型的石墨膜/铝复合材料。

[0064] 本实施例制备得到的复合材料组织致密,石墨膜与铝界面结合良好,面内热导率约为896W/mK,厚度方向热导率约为9W/mK。

[0065] 实施例四

[0066] 一种穿孔构型石墨膜/铝复合材料(也即石墨铝基复合材料),穿孔的直径为1.5mm,穿孔排布为简单的面心排布,穿孔率为10%。

[0067] 取尺寸大小为35mm\*10mm\*29.5 $\mu$ m的石墨膜,用1.5mm的穿孔机对该石墨膜进行穿孔处理,穿孔排布控制为面心排布,即穿孔位于所组成的四边形单元的顶点和面心位置,穿孔数为20个,穿孔率约为10%,穿孔处理后得到就有穿孔结构(也即穿孔构型)的石墨膜。利用丙酮对穿孔结构的石墨膜进行清洗后烘干备用。

[0068] 取尺寸大小为35mm\*10mm\*26 $\mu$ m的1060铝箔,使其与上述穿孔石墨膜复合,这里,石墨膜的体积分数控制在17.4%左右。具体地,对铝箔表面进行酸碱洗以去除表面氧化膜,然后与穿孔结构的石墨膜置于热压模具中,在热压温度为655 $^{\circ}$ C,热压压力为45MPa的条件下热压100min以获得致密的穿孔构型的石墨膜/铝复合材料。

[0069] 本实施例制备得到的复合材料组织致密,石墨膜与铝界面结合良好,面内热导率约为343W/mK,厚度方向热导率约为33W/mK。

[0070] 实施例五

[0071] 一种具有穿孔构型的石墨膜/铝复合材料(也即石墨铝基复合材料),穿孔的直径为6mm,穿孔排布为简单长方形排布,使其穿孔率为40%。

[0072] 取尺寸大小为35mm\*10mm\*29.5 $\mu$ m的石墨膜,用6mm的穿孔机对该石墨膜进行穿孔处理,穿孔排布控制为简单长方形,该长方形的尺寸为30mm\*6mm,穿孔数为5个,穿孔率约为40%,穿孔处理后得到就有穿孔结构(也即穿孔构型)的石墨膜。利用丙酮对穿孔结构的石墨膜进行清洗后烘干备用。

[0073] 取尺寸大小为35mm\*10mm\*140 $\mu$ m的1060铝板,使其与上述穿孔结构的石墨膜复合,这里,石墨膜的体积分数控制在11%左右。具体地,对铝箔表面进行酸碱洗以去除表面氧化膜,然后与穿孔结构的石墨膜置于热压模具中,在热压温度为660 $^{\circ}$ C,热压压力为25MPa的条件下热压60min以获得致密的穿孔构型的石墨膜/铝复合材料。

[0074] 本实施例制备得到的复合材料组织致密,石墨膜与铝界面结合良好,面内热导率约为285W/mK,厚度方向热导率约为39.9W/mK。

[0075] 实施例六

[0076] 一种具有穿孔构型的石墨膜/铝复合材料(也即石墨铝基复合材料),穿孔的直径为6mm,穿孔排布为简单多边形排布,使其穿孔率为80%。

[0077] 取尺寸大小为35mm\*10mm\*29.5 $\mu$ m的石墨烯,用6mm的穿孔机对该石墨膜进行穿孔

处理,穿孔排布控制为多边形排布,穿孔率约为80%,穿孔处理后得到就有穿孔结构(也即穿孔构型)的石墨膜。利用丙酮对穿孔结构的石墨膜进行清洗后烘干备用。

[0078] 取尺寸大小为35mm\*10mm\*140 $\mu$ m的1060铝板,使其与上述穿孔结构的石墨膜复合,这里,石墨膜的体积分数控制在53.2%左右。具体地,对铝箔表面进行酸碱洗以去除表面氧化膜,然后与穿孔结构的石墨膜置于热压模具中,在热压温度为660 $^{\circ}$ C,热压压力为25MPa的条件下热压80min以获得致密的穿孔构型的石墨膜/铝复合材料。

[0079] 本实施例制备得到的复合材料组织致密,石墨膜与铝界面结合良好,面内热导率约为619W/mK,厚度方向热导率约为43W/mK。

[0080] 基于以上给出的实施例可以得出如下性能表;如下表所示。

[0081]

性能 编号	面内热导率 (W/mK)	穿孔率 (%)	石墨膜的 含量 (%)	厚度方向 导热率 (W/mK)	弯曲强度 (MPa)	热膨胀系数 ( $10^{-6}K^{-1}$ )
实施例一	618	10%	53.2%	35	22.3	6.8
实施例二	781	0%	53.2%	11	22.5	6.9
实施例三	896	1%	70%	9	20.6	3.5
实施例四	343	10%	17.4%	33	25.2	20.5
实施例五	285	40%	11%	39.9	26.1	21.7
实施例六	619	80%	53.2%	43	22.1	6.7

[0082] 性能表

[0083] 综上所述,本发明实施例得到的石墨铝基复合材料,能够提高在厚度方向的热导率,改善复合的性能各向异性。而且,方法操作简单,制备工艺可控,构型参数变化范围非常广,便于得到具有不同性能特点的高导热复合材料,使得复合材料性能能够在较为宽广的范围取值,从而满足了不同热管理场合对高导热材料的需求。

[0084] 以上所述,仅为本发明的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内,可轻易想到变化或替换,都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此,本发明的保护范围应以所述权利要求的保护范围为准。



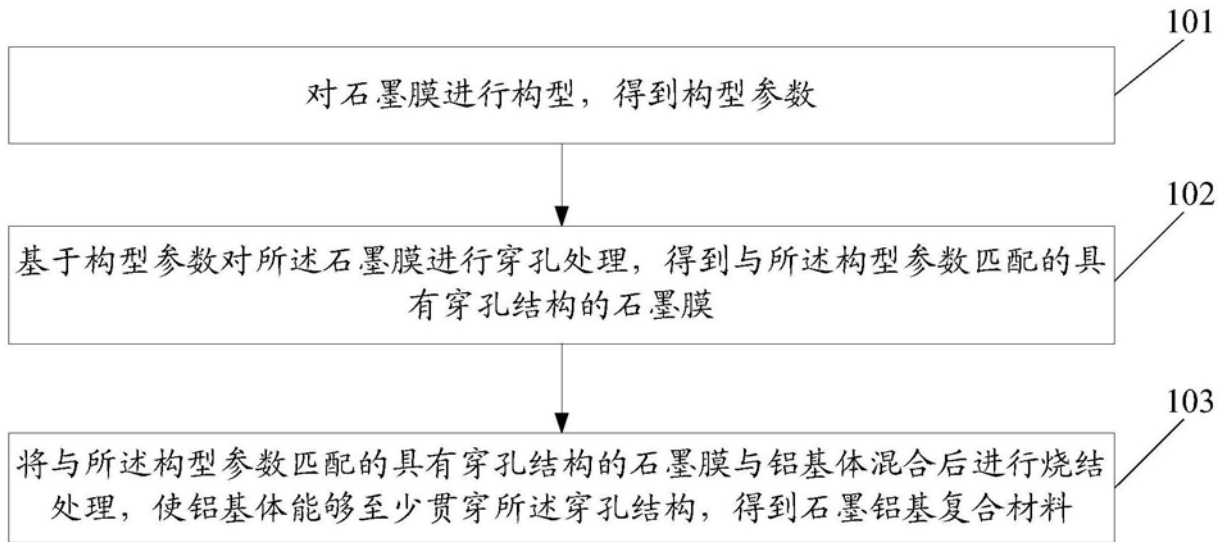


图1

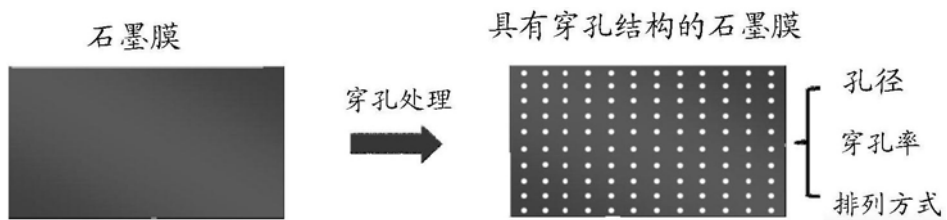


图2

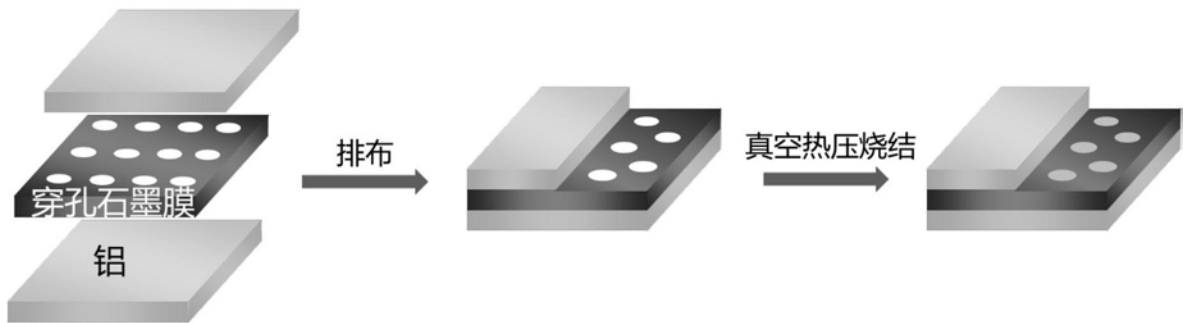


图3



图4