



(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 210103780 U

(45)授权公告日 2020.02.21

(21)申请号 201920128868.8

(22)申请日 2019.01.24

(73)专利权人 北京科技大学

地址 100083 北京市海淀区学院路30号

专利权人 常州微焔热控科技有限公司

(72)发明人 魏俊俊 连红奎 李成明 张晓屿

刘金龙 陈良贤

(74)专利代理机构 北京市广友专利事务所有限

责任公司 11237

代理人 张仲波

(51)Int.Cl.

C04B 37/02(2006.01)

G23C 16/27(2006.01)

H01L 23/373(2006.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

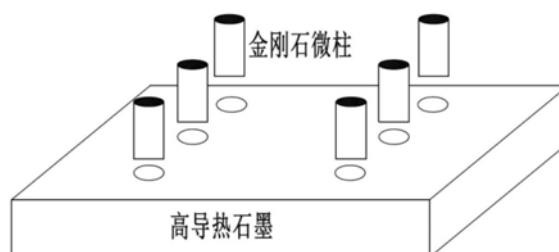
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54)实用新型名称

一种金刚石微柱增强高导热石墨材料结构

(57)摘要

一种金刚石微柱增强高导热石墨材料结构,属于热管理材料制备领域。该导热材料以高导热石墨为基底,金刚石微柱作为结构及导热的增强件延纵向方向嵌入高导热石墨中,最后采用金属壳体进行热压焊接封装。该种导热材料既保留了定向石墨面向传热能力,又极大改善了纵向方向的传热能力,从而使得封装后的导热材料具备三维方向的传热效果。采用金属壳体封装后将进一步提升材料的强度,拓展其应用范围。嵌入过程中采用低温处理工艺,利用材料自身收缩特性,提高了金刚石微柱嵌入质量,从而保证接触面具有良好的传热界面。本实用新型通过三维方向上具有超高导热的金刚石微柱嵌入,建立起二维石墨纵向的导热通道,复合结构材料具备全向高导热性能,以及高的力学性能。



1. 一种金刚石微柱增强高导热石墨材料结构,其特征在于,所述结构包括基底,所述基底为二维石墨高导热材料,所述基底内设有作为结构及传热的增强体的金刚石微柱,所述基底两侧设有金属壳体,以形成复合导热材料结构。

2. 如权利要求1所述一种金刚石微柱增强高导热石墨材料结构,其特征在于,所述的二维石墨材料为高定向石墨,热解石墨,热压石墨或石墨烯。

3. 如权利要求1所述一种金刚石微柱增强高导热石墨材料结构,其特征在于,所述二维石墨高导热材料上设有多个纵向微孔,所述纵向微孔均匀分布。

4. 如权利要求1所述一种金刚石微柱增强高导热石墨材料结构,其特征在于,嵌入金刚石微柱的基底表面设有金属镀层,所述金属镀层采用Ti, Si, Cu或Ni。

5. 如权利要求1所述一种金刚石微柱增强高导热石墨材料结构,其特征在于,金属壳体与基底通过热压焊接,所述金属壳体材料为Cu, Al或可伐合金。

一种金刚石微柱增强高导热石墨材料结构

技术领域：

[0001] 本实用新型属于热管理材料制备领域。特别是提供了一种实现金刚石微柱增强的高导热石墨材料结构。

背景技术：

[0002] 电子信息技术的不断革新，推升功率器件向两个极端发展，即输出功率越来越大，器件尺寸却越做越小，随之带来的热流密度的大幅攀升。“热失效”的问题愈发严重，逐渐成为制约电子器件向更高性能提升的瓶颈之一。如何实现高热流密度的有效排散，已经成为系统设计的关键技术。采用高导热材料是一种必然的选择，这类材料包括铜、铝以及其它合金材料及复合材料。但是，这些传统材料的热导率普遍难以超过500W/mK，在某些领域已难以满足系统对导热材料的设计要求。亟需开发一些新型的具有更高导热能力的材料。

[0003] CVD金刚石是一种三维超高导热材料，热导率在各方向上近似各向同性，其热导率在1200-2000W/mK范围内，远超过目前其它常见的导热材料。不过CVD 金刚石膜尺寸较小及成本较高限制了金刚石高导热材料的广泛应用。高导热石墨也是一种具有超高导热能力的材料，但是只能实现面内(X-Y)的超高导热，是一种典型的二维导热材料，其面内热导率最高可达1500W/mK以上，但其垂直于石墨片层方向(Z向)热导率仅为5-10W/mK，且强度较低，难以单独使用。将金刚石微柱填充进高导热石墨并进行封装，不仅可实现强度的增强，同时也构建了定向石墨片层间纵向导热通道，从而获得具有高强度的三维复合导热材料。

[0004] 中国专利CN201310718961.1提到采用高定向石墨为填充体，采用金属壳体进行封装的方式，实现基于高定向石墨的复合式结构导热材料。该种材料有效解决了高定向石墨强度低，不宜工程应用的问题。但是其纵向热导率仍然偏低，无法保障导热材料在任意方向上具有良好的传热能力。美国DS&ALLC公司在SiC/Al复合材料中嵌入超高导热的高定向热解石墨片复合基板，实现了散热效果的显著提高。嵌入方式采用了液态压铸的工艺，在浇注过程液态金属直接填充高定向热解石墨片与预制件的空隙，实现一定的界面结合，避免了高导热材料与基体材料的空隙产生。但是毕竟SiC/Al复合材料热导率仍然有限，而且采用液态压铸的工艺有可能造成本体材料甚至填充材料的结构破坏，从而造成复合导热材料的导热性能受损。

发明内容：

[0005] 本实用新型提出了一种金刚石微柱增强高导热石墨材料结构，以高导热石墨为基体材料，采用金刚石微柱作为结构及导热的增强件，延纵向方向嵌入高导热石墨中，最后采用金属壳体进行整体封装。实现结构强度以及纵向热导率显著提升的复合导热材料。

[0006] 一种金刚石微柱增强高导热石墨材料结构，所述结构包括基底，所述基底为二维石墨高导热材料，所述基底内设有作为结构及传热的增强体的金刚石微柱，所述基底两侧设有金属壳体，以形成复合导热材料结构。

[0007] 进一步地，所述的二维石墨材料为高定向石墨，热解石墨，热压石墨或石墨烯。

- [0008] 进一步地,所述二维石墨高导热材料上设有多个纵向微孔,所述纵向微孔均匀分布。
- [0009] 进一步地,嵌入金刚石微柱的基底表面设有金属镀层,所述金属镀层采用 Ti, Si, Cu或Ni。
- [0010] 进一步地,金属壳体与基底通过热压焊接,所述金属壳体材料为Cu, Al或可伐合金。
- [0011] 本发明的优点及积极效果:
- [0012] 1.复合结构显著提升高导热石墨在低导热方向能力,进而提升材料整体传热能力;
- [0013] 2.金刚石微柱可强化复合材料整体强度,提升导热材料可装配适应性;
- [0014] 3.采用低温处理技术,利用材料自身收缩特性,较好地实现金刚石微柱的有效嵌入;
- [0015] 4.通过对CVD金刚石微柱的分布位置进行调控,可实现对实际应用场合的发热点进行溯源热控;
- [0016] 5.鉴于该金属/高导热复合材料的低的密度及高的全向热导率,以及高的化学惰性,可为复杂环境使用的大功率电子器件提供优秀的热管理材料。

附图说明:

- [0017] 图1为金刚石微柱嵌入高导热石墨结构示意图。
- [0018] 图2为金刚石增强高导热石墨材料结构的封装示意图。

具体实施方式:

- [0019] 1.选择一种高导热石墨材料作为基体。高导热石墨材料包括高定向石墨(HOPG), TPG(热解石墨),热压石墨,石墨烯等具备面向高导热,纵向低导热的材料。厚度2-4mm,尺寸可根据高导热石墨加工能力进行选择。高导热石墨材料在面向热导率需要达到1000W/mK以上。
- [0020] 2.采用激光或机械加工技术在高导热石墨板上打孔,微孔直径2-20mm,获得形状规整、分布均匀的通孔若干个。
- [0021] 3.也可根据导热材料的实际使用环境,确定是否需要额外添加金刚石微柱的分布点,以确保金刚石微柱更接近热源核心位置。
- [0022] 4.采用化学气相沉积技术(CVD)技术制备高厚度、高导热金刚石自支撑膜,并进行表面研磨处理。
- [0023] 5.采用激光加工技术切割出金刚石微柱,金刚石微柱直径2-20mm,高度需与高导热石墨纵向厚度一致。
- [0024] 6.去除金刚石微柱由于激光加工形成的表面炭膜。处理方式包括将金刚石微柱经强酸处理,强酸为混合酸,包括硝酸与硫酸等。或者采用等离子体刻蚀技术处理金刚石微柱。
- [0025] 7.将打孔后的高导热石墨及金刚石微柱同时放到液氮或其它低温工质里进行降温处理,然后通过机械挤压方式将金刚石微柱嵌入到高导热石墨微孔中,上下表面保持齐

平,图1所示。

[0026] 8.将已经完成金刚石微柱嵌入的高导热石墨板进行上下表面金属化处理,金属镀层包括Ti, Si, Cu, Ni等,镀层工艺采用化学镀、蒸发镀、磁控溅射镀等常规镀膜工艺。

[0027] 9.将披覆金属镀层的石墨/金刚石复合体与金属封装壳体进行热压焊接,构成具有金刚石增强高导热石墨复合导热材料,如图2所示。

[0028] 实施例:

[0029] 第一步,选择高定向石墨(HOPG)板材,尺寸 $200 \times 100 \times 3\text{mm}$,面向(X-Y)热导率 1500W/mK ,纵向(Z)热导率小于 20W/mK 作为基体材料;

[0030] 第二步,采用激光加工方式,在石墨面向进行激光打通孔,X方向孔间距 30mm ,Y向孔间距 50mm ,孔径 $\phi 3\text{mm}$;

[0031] 第三步,采用直流喷射CVD技术制备自支撑金刚石膜,并进行研磨处理。研磨后的金刚石膜尺寸为 $\phi 60\text{mm} \times 3\text{mm}$;

[0032] 第四步,采用激光工艺,在自支撑金刚石膜上直接切割出直径 $\phi 3\text{mm}$ 的金刚石微柱,由于金刚石膜厚度为 3mm ,因此金刚石微柱的尺寸为直径 $\phi 3\text{mm} \times$ 高度 3mm ;

[0033] 第五步,采用混合酸煮的方式去除金刚石微柱表面炭膜,混合酸为硫酸与硝酸的混合,体积比 $5:1$;

[0034] 第六步,将处理好的金刚石微柱与带孔石墨板材进行液氮低温处理,使得金刚石微柱收缩,石墨孔径增大。将金刚石微柱通过机械挤压方式嵌入石墨微孔中,如图1所示。

[0035] 第七步,采用磁控溅射方式,在已经完成金刚石微柱嵌入的石墨材料上下表面镀制一层Cu过渡层,厚度 $1\mu\text{m}$ 。

[0036] 第八步,以金属铜板为封装壳体,铜板尺寸为 $200 \times 100 \times 0.2\text{mm}$,热压温度 $850-950^\circ\text{C}$,压力 $6-9\text{MPa}$,保压 $10-30$ 分钟,得到铜板封装、内部芯材为金刚石微柱增强高导热石墨的复合导热材料,如图2所示。

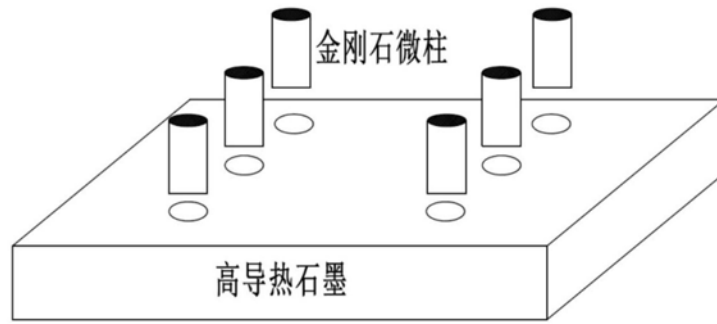


图1

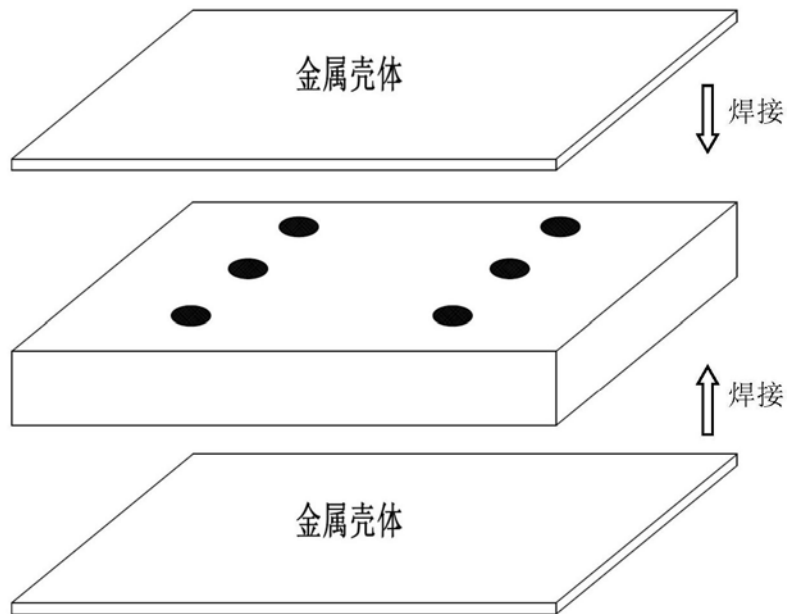


图2