



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109863826 A

(43)申请公布日 2019.06.07

(21)申请号 201780061497.X

(74)专利代理机构 北京市中咨律师事务所
11247

(22)申请日 2017.10.11

代理人 殷玲 吴鹏

(30)优先权数据

102016120536.2 2016.10.27 DE

(51)Int.Cl.

H05B 3/26(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2019.04.03

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2017/075879 2017.10.11

(87)PCT国际申请的公布数据

W02018/077612 EN 2018.05.03

(71)申请人 贺利氏特种光源有限公司

地址 德国哈瑙

(72)发明人 L·加布 T·皮埃拉

C·斯特恩基克尔 J·韦伯

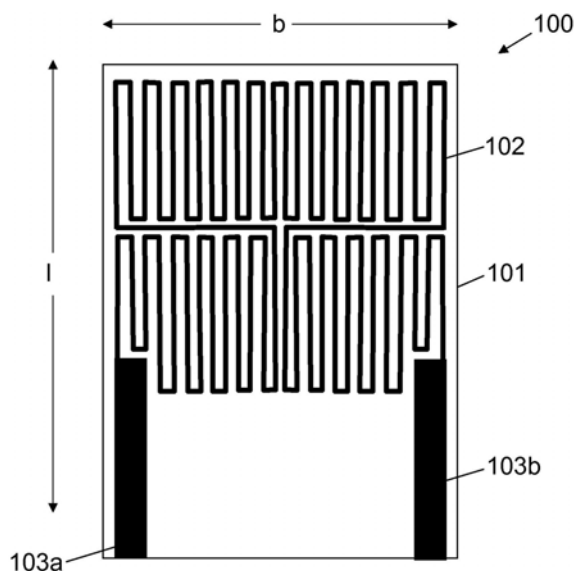
权利要求书1页 说明书11页 附图5页

(54)发明名称

红外辐射器

(57)摘要

已知的红外辐射器具有支承件、由导电电阻材料构成并且施加到支承件上的发热导体的导体线路、以及发热导体的导体线路的电接触部件。为了在此基础上给出具有高辐射效率的红外辐射器,其发热导体的导体线路包括结构简单且具有成本效益的电接触部件,根据本发明提出:支承件包括复合材料,该复合材料包括无定形的基质组分以及呈半导体材料形式的附加组分,并且电接触部件作为接触导体线路被施加到支承件上,其中,接触导体线路的横截面为发热导体的导体线路的横截面的至少三倍。



1. 一种红外辐射器,所述红外辐射器具有支承件、由导电电阻材料构成并施加到该支承件上的发热导体的导体线路,以及发热导体的导体线路的电接触部件,其特征在于,所述支承件包括复合材料,该复合材料包括无定形的基质组分以及呈半导体材料形式的附加组分,所述电接触部件作为接触导体线路被施加到支承件上,其中该接触导体线路的导体横截面是发热导体的导体线路的导体横截面的至少三倍。

2. 根据权利要求1所述的红外辐射器,其特征在于,所述发热导体的导体线路和所述接触导体线路通过物质-物质结合而彼此连接。

3. 根据权利要求1或2所述的红外辐射器,其特征在于,所述发热导体的导体线路和所述接触导体线路由相同的材料制成。

4. 根据前述权利要求中任一项所述的红外辐射器,其特征在于,所述接触导体线路直接连接到所述发热导体的导体线路。

5. 根据前述权利要求1至3中任一项所述的红外辐射器,其特征在于,过渡导体线路布置在发热导体的导体线路和接触导体线路之间,所述过渡导体线路的导体横截面在发热导体的导体线路的导体横截面基础上连续增大或以多个梯级的方式增大,直到达到接触导体线路的导体横截面。

6. 根据前述权利要求中任一项所述的红外辐射器,其特征在于,所述接触导体线路的导体横截面在 0.06mm^2 与 0.2mm^2 之间的范围内,所述发热导体的导体线路的导体横截面在 0.02mm^2 与 0.06mm^2 之间的范围内。

7. 根据前述权利要求中任一项所述的红外辐射器,其特征在于,所述发热导体的导体线路的横截面高度和所述接触导体线路的横截面高度在 $10\mu\text{m}$ 与 $25\mu\text{m}$ 之间的范围内。

8. 根据前述权利要求中任一项所述的红外辐射器,其特征在于,所述支承件完全由所述复合材料制成。

9. 根据前述权利要求1至7中任一项所述的红外辐射器,其特征在于,所述支承件具有第一材料区域和第二材料区域,该第一材料区域由所述复合材料制成,该第二材料区域的化学成分与所述第一材料区域不同,其中,所述发热导体的导体线路被施加至所述第一材料区域,所述接触导体线路被施加至所述第二材料区域。

10. 根据前述权利要求中任一项所述的红外辐射器,其特征在于,所述红外辐射器设计成达到 $180\text{kW}/\text{m}^2$ 以上的功率密度,优选达到在 $180\text{kW}/\text{m}^2$ 与 $265\text{kW}/\text{m}^2$ 之间的范围内的功率密度。

红外辐射器

技术领域

[0001] 本发明涉及一种红外辐射器,该红外辐射器具有支承件、由导电电阻材料构成并且施加在支承件上的发热导体/加热导体的导体线路、以及发热导体的导体线路的电接触部件/电接通部件。

[0002] 根据本发明的红外辐射器具有三维支承件,其可以借助于电阻器加热元件加热,该电阻器加热元件以发热导体的导体线路的形式施加到支承件上。因此,发热导体的导体线路与支承件直接接触,使得从发热导体的导体线路到支承件的热传递主要通过热传导和/或对流发生。

[0003] 根据本发明的红外辐射器由于其设计而具有良好的性能效率并且尤其是用于加热过程、例如用于半导体或光伏工业中半导体盘片的热处理,用于印刷工业中或者用于塑料处理工艺中。例如,根据本发明的红外辐射器用于塑料聚合、清漆硬化或涂料干燥。它们还可用于多种干燥过程,例如薄膜或线丝的生产或者模型、样品、原型、工具或最终产品的制造(添加式制造)。

背景技术

[0004] 对于加热过程,使用包含不同设计的红外辐射器。例如,已知这样的红外辐射器,在该红外辐射器的情况下,加热元件布置在筒形发射管内,其中发射管和加热元件彼此间隔开。这些红外辐射器的加热元件主要由钨或碳构成,发射管主要由熔融二氧化硅制成。在这些辐射器中,从加热元件到发射管的热传递主要通过热辐射进行。

[0005] 此外,已知这样的红外辐射器,在该红外辐射器的情况下,金属发热导体被施加在支承件上或掺入支承层中。在这些红外辐射器中,通过给发热导体施加电压致使发热导体发热,其中由导体产生的热量传递到支承件。由于发热导体与支承件直接接触,因此主要通过热传导和对流来传热。已经发现,包括施加在支承件上的发热导体的红外辐射器具有良好的性能效率。

[0006] 例如由DE 43 38 539 A1已知一种红外辐射器,在该红外辐射器的情况下,金属发热导体包埋在陶瓷绝缘层之间。在生产方面,提供陶瓷绝缘层作为生膜,其形式例如为氧化铝膜、氮化铝膜、氧化锆膜、二氧化硅膜或氮化钛膜,随后在其上施加金属化膏剂/导电浆料。最后,将多个膜彼此堆叠,进行压制和烧结。为了实现在膜的表面上设置发热导体的电接触部件,外部膜设置有通孔触点(贯穿孔),所述通孔触点又与施加在膜的外侧上的接触表面电接触。

[0007] 然而,这种红外辐射器的缺点在于,其电接触部件一般只能通过外部触点和通孔触点实现。它们具有复杂的设置并且因此其生产过程冗长。

[0008] 此外,这种设计的红外辐射器通常仅设计用于大约 $80\text{kW}/\text{m}^2$ 的功率密度。对此,以Elstein-Werk M.Steinmetz GmbH&Co.KG的SHTS/100型红外辐射器为例,在该红外辐射器的情况下,单独的部件附接到支承件上,该支承件设有导体线路以便提供支承件的电接触部件。

[0009] 如果红外辐射器用于加热过程,原则上需要具有高功率密度、优选功率密度在 $180\text{kW}/\text{m}^2$ 以上的辐射器。一方面,具有高功率密度的红外辐射器提供快速加热过程,因此对于需要辐照的待加热产品的辐射时间具有显著影响。另一方面,如果使用具有高功率密度的红外辐射器,可以减少用于辐照待加热产品的红外辐射器的数量,而不会影响辐照结果。原则上,红外辐射器数量越少,则维护工作越少,生产成本越低。

[0010] 技术目标

[0011] 因此,本发明基于提出一种具有高辐射效率的红外辐射器的技术目标,该红外辐射器的发热导体的导体线路设有结构简单且成本效益高的电接触部件。

发明内容

[0012] 基于上述种类的红外辐射器,上述目的根据本发明以如下方式实现:支承件包括复合材料,该复合材料包括无定形的/非晶态的基质组分以及呈半导体材料形式的额外组分/附加组分,并且电接触部件以接触导体线路的形式施加到支承件上,其中接触导体线路的导体横截面是发热导体的导体线路的导体横截面的至少3倍。

[0013] 根据本发明的红外辐射器在两个方面不同于普通的红外辐射器,即,一方面是支承件的至少一部分的化学成分不同,另一方面是电接触部件的类型不同,所述电接触部件被施加在支承件上并且由此有利于实现紧凑的红外辐射器。

[0014] 因此,本发明基于以下认识:当支承件由具有高发射率的热激发材料制成时,可以获得包括特别高的功率密度的红外辐射器。因此,根据本发明,支承件至少部分地由复合材料制成,该复合材料除了无定形的基质组分之外还包括呈半导体材料形式的附加组分。在这种支承件中,其物理性质也由附加组分决定。已经发现,通过添加半导体材料,支承件在充分加热的情况下可以呈现富能量激发态,因为通过添加半导体材料可以发出高功率密度的红外辐射。这种材料的特征在于激发温度,需要至少达到该激发温度以获得材料的热激发并因此获得高辐射发射。使用这种红外辐射器可以达到 $180\text{kW}/\text{m}^2$ 以上的功率密度,优选达到在 $180\text{kW}/\text{m}^2$ 与 $265\text{kW}/\text{m}^2$ 之间的范围内的功率密度。

[0015] 因此,复合材料包括以下组分:

[0016] • 在重量和体积方面,无定形的基质组分占复合材料的最大部分。它极大地决定了复合材料的机械和化学性质;例如,其耐高温性、稳定性和耐腐蚀性。由于基质组分是无定形的——优选由玻璃构成,根据本发明的支承件的几何形状与由晶体材料构成的支承件相比可以更容易地适应红外表面辐射器特定用途的要求。

[0017] 基质组分可以包括未掺杂或经掺杂的熔融二氧化硅,并且除了最多高达10% (按重量计)的 SiO_2 之外,可能的话还可包括其它氧化、氮化或碳化物组分。然而,在红外辐射器的一个实施例中,无定形的基质组分是熔融二氧化硅并且优选具有至少99.99%的 SiO_2 的化学纯度和最多1%的方英石含量,该红外辐射器尤其证明了其自身可避免源自支承件材料的污染风险。

[0018] • 根据本发明,还提供了一种呈半导体材料形式的附加组分用于掺入基质组分中。它形成其自身的、分散在无定形的基质组分中的非晶或结晶相。它有助于高发射率,因此获得的支承件适于发射具有高的辐射效率和功率密度的红外辐射。

[0019] 附加组分显著地决定了支承件的光学和热学性质;更准确地说,它影响红外光谱

范围、即在780nm与1mm之间的波长范围内的吸收。

[0020] 对于该光谱范围内的至少一部分辐射,附加组分显示出高于基质组分的吸收能力。

[0021] 附加组分的相范围在基质中起光学杂质的作用,且具有如下结果:例如,依层厚度而定,复合材料在室温下可以在视觉上呈现黑色或灰黑色。杂质本身也具有吸热效果。

[0022] 在根据本发明的红外辐射器中,施加到支承件的导体线路直接用于加热支承件。导体线路用作“局部”加热元件,借助于该加热元件,支承件的至少部分区域可被局部加热;以如下方式确定导体线路的尺寸:其加热支承件的至少一部分,该至少一部分由复合材料制成,由此形成实际的发射红外辐射的元件。发热导体的导体线路连接到电接触部件。在下文中,术语“电接触部件”表示这样的部件:能够经由该部件将红外辐射器连接到电路。该电接触部件可以优选地通过电触头例如插拔件、螺钉或夹持连接件可拆卸地连接到电路。

[0023] 由于支承件的由复合材料制成的部分需要在工作条件下加热到激发温度,因此支承件和发热导体的导体线路通常在支承件的、分配给发热导体的导体线路的区域(“加热范围”)都具有600°C以上的工作温度。为了在支承件的位置上设置红外辐射器的电接触部件、特别是发热导体的导体线路的电接触部件,原则上需要产生“低温”区,在该低温区中布置电接触部件。“低温”区的温度在250°C与500°C之间的范围内是有利的。

[0024] 根据本发明的复合材料和电接触部件的实施方案都有助于在支承件上获得这样的区域。

[0025] 这是因为,事实证明,在复合材料达到激发温度之后,通过进一步的温度升高不能显著增大支承件的辐射发射。为了获得良好的功率效益,有利的是:在工作条件下支承件被加热到激发温度或稍高于激发温度、优选地达到激发温度的1倍至1.1倍的温度。因此,即使是对于根据本发明的红外辐射器以高辐射效率、优选地在180kW/m²以上的辐射效率工作而言,也仅需要将支承件加热到激发温度并且不过度高于该激发温度。这就是为什么即使是针对高辐射效率的工作,在支承件上出现的温差仍处于很窄的范围内,并且不必要针对远高于激发温度的特别高的工作温度、具体而言超过激发温度的1.1倍的工作温度进行温度补偿。

[0026] 此外,根据本发明的红外辐射器的电接触部件被设计成使得甚至可以通过电接触部件将温度降低到接触温度。因此,电接触部件由接触导体线路实现,所述接触导体线路的导体横截面是发热导体的导体线路的导体横截面的至少3倍。

[0027] 在下文中,术语“横截面”或“导体横截面”表示导体线路的横截面,其垂直于电流流动方向延伸。根据欧姆定律,发热导体线路以及接触导体线路的热功率根据发热导体线路的电阻或接触导体线路的电阻而变化。各个导体线路的电阻根据各个导体线路材料的电阻率、导体线路的总长度和导体线路的横截面等而变化。接触导体线路的热功率可因接触导体线路的总电阻减小而降低。根据本发明,这是因为接触导体线路的横截面大于发热导体的导体线路的横截面。因此,接触导体线路具有比发热导体的导体线路更小的电阻以及与之相关联的更低的热功率。

[0028] 由于接触导体线路直接施加到支承件上,因此在支承表面上形成接触区域,该接触区域不同于支承件表面的被发热导体的导体线路覆盖的部分。该表面也被确定为导体线路占用表面。特别是由于接触导体线路的热功率较小,因此支承件在接触区域中具有较低

的温度。尽管通常情况下接触区域中的温度随着与导体线路占据表面的距离增大而进一步减小,但接触区域中的温度也随着接触导体线路的横截面而显著变化。因此证明了当接触导体线路的导体横截面是半导体导体线路的导体横截面的至少3倍时,可以获得具有低温的接触区域。当接触导体线路的导体横截面是发热导体的导体线路的导体横截面的至少6倍时,获得有关温度降低的特别好的结果。特别优选地,接触导体线路的导体横截面在发热导体的导体线路的导体横截面的6倍与10倍之间的范围内。

[0029] 根据本发明的红外辐射器可以以简单且具有成本效益的方式制造,其中通过使用印刷技术、例如通过丝网印刷或喷墨印刷将发热导体的导体线路施加到支承件的表面上。由于接触导体线路以及发热导体的导体线路被施加到支承件上,因此可以在单个操作步骤中施加两个导体线路。由此,已经发现,接触导体线路和发热导体的导体线路位于一个平面中是有利的。因此,支承件优选地具有平坦表面,该平坦表面覆盖有发热导体的导体线路和接触导体线路。

[0030] 在根据本发明的红外辐射器的优选实施例中,发热导体的导体线路和接触导体线路通过物质-物质结合/键合而彼此连接。

[0031] 在物质-物质结合的情况下,连接的各部分、即发热导体的导体线路和接触导体线路通过原子力或分子力保持在一起。物质-物质结合属于不可拆卸的连接组,因此具有高机械稳定性和耐久性。物质-物质结合例如通过发热导体的导体线路与接触导体线路的焊接、熔接或粘合而获得。当发热导体的导体线路和接触导体线路例如以金属化膏剂的形式施加到载体上时,以及当设置有金属化膏剂的支承件随后被烧结时,也产生物质-物质结合。

[0032] 已经发现,发热导体的导体线路和接触导体线路由相同材料制成是有利的。

[0033] 发热导体的导体线路和接触导体线路可以由相同或化学上不同的金属化膏剂制成。例如,喷墨印刷提供了化学上不同的金属化膏剂的简单应用,因为在所述喷墨印刷的情况下,可以在一个操作步骤中施加不同化学组成的金属化膏剂。

[0034] 发热导体的导体线路和接触导体线路的机械和化学耐受性根据制造上述导体线路的材料而变化。当发热导体的导体线路和接触导体线路由相同材料制成时,获得具有良好化学和机械耐受性的导体线路的连接。

[0035] 优选地,接触导体线路直接连接到发热导体的导体线路。

[0036] 根据本发明,发热导体的导体线路和接触导体线路的横截面不同。因此,直接沿循发热导体的导体线路的接触导体线路与从发热导体的导体线路横截面到接触导体线路横截面的直接、不稳定的过渡相关联。这种直接过渡的优点是不存在涉及一定空间要求的过渡区。从发热导体的导体线路到接触导体线路的直接过渡还有助于这样的事实,即支承件提供从设有发热导体的导体线路的“加热区域”至设有接触导体线路的“接触区域”的尽可能小的温度过渡区域。通过这种方式可以实现尽可能紧凑的过渡区域以及与之相关联的紧凑的接触区域。

[0037] 在根据本发明的红外辐射器的同样优选的实施例中,提供布置在发热导体的导体线路和接触导体线路之间的过渡导体线路,其导体横截面在发热导体的导体线路的导体横截面的基础上连续地增大或以多个梯级的方式增大,直到达到接触导体线路的导体横截面。

[0038] 发热导体的导体线路和接触导体线路之间的过渡类型对该过渡区域中的温度分

布具有显著影响。与发热导体的导体线路相比,接触导体线路形成“低温”区,其中接触导体线路可与电路简单连接。因此,特别是在“低温”区的边缘区域中通常产生温度梯度,从而在发热导体的导体线路到接触导体线路的过渡区域中产生温度梯度。因此,高温到低温的快速转变导致支承件承受高热应力的缺点。根据支承件的化学组成,在支承件中可能出现特别不希望的材料应力,这会损坏支承件。因此,根据支承件的化学特性,可能希望在过渡区域中产生更平缓的温度梯度。这可以例如通过发热导体的导体线路的横截面连续地或分阶段地过渡到接触导体线路的横截面中来实现。在过渡导体线路的横截面从发热导体的导体线路的横截面开始连续增大的情况下,由于这种结构而产生连续增大的过渡电阻,该过渡电阻与更加平坦的、在很大程度上连续的温度梯度相关联。此外,过渡导体线路的横截面也可以从发热导体的导体线路的横截面开始分级地增大,因此具有多个梯级。在这种情况下,通过改变梯级横截面和梯级长度,可以简单快速地调整过渡导体线路的过渡电阻,从而通过适当选择过渡电阻来创建所需的温度分布。

[0039] 已经发现,特别有利的是,接触导体线路的横截面在 0.06mm^2 与 0.2mm^2 之间的范围内,并且发热导体的导体线路的横截面在 0.02mm^2 与 0.06mm^2 的范围内。

[0040] 导体线路的横截面、也称为导体横截面,是在电流流动方向上观察的穿过导体线路的横截面。在具有矩形形状的层状导体线路的情况下,导体横截面积因此由层宽度和层厚度的乘积产生。

[0041] 发热导体的导体线路的横截面高度和接触导体线路的横截面高度优选地在 $10\mu\text{m}$ 至 $25\mu\text{m}$ 的范围内。

[0042] 导体线路的横截面或其横截表面分别可以通过横截面底边和横截面高度来描述。横截面底边是横截面的用于导体线路与支承件邻接的边。横截面高度是横截面的垂直于底边测量的最大尺寸。在具有矩形横截面的层状导体线路的情况下,横截面积为横截面底边与横截面高度的乘积。

[0043] 即使横截面高度原则上影响导体线路的电阻并因此影响支承件上的温度分布,导体线路的电阻也依其它参数、特别是横截面及其横截面底边而定。如果发热导体的导体线路和接触导体线路都具有在上述范围内的高度,则它们仅具有轻微的高度差,从而根据本发明设计的在发热导体的导体线路和接触导体线路之间的横截面差异反过来必须由相应导体线路的彼此不同的横截面底边产生。已经发现,在这种情况下,发热导体的导体线路和接触导体线路的横截面高度一致是特别有利的。特别是当在同一操作步骤中制造两个导体线路时,可获得导体线路的一致的横截面高度。

[0044] 可以容易且具有成本效益地制造横截面高度在 $10\mu\text{m}$ 与 $25\mu\text{m}$ 之间的范围内的导体线路;尤其是它可以在单个操作步骤中例如通过丝网印刷或喷墨印刷施加到支承件上。横截面高度小于 $5\mu\text{m}$ 的导体线路的机械稳定性低并且还只能以固定不变的质量广泛地制造。横截面高度超过 $25\mu\text{m}$ 的导体线路只能在一个操作步骤中广泛地施加到支承件上。

[0045] 已经发现,支承件完全由复合材料制成是有益处的。

[0046] 由单一材料(此处是指复合材料)制成的支承件可以特别容易且具有成本效益地制造。此外,其优点在于,支承表面的大部分表面可以被发热导体的导体线路占据,从而获得特别紧凑、高效的红外辐射器。

[0047] 在根据本发明的红外辐射器的优选实施例中,支承件完全由复合材料制成,其中

复合材料是电绝缘体。

[0048] 支撑件可以实施为多个层,并且除了复合材料之外,还可以包括其它材料区域。然而,已经发现,对于红外辐射器的工作有利的是支撑表面至少在设有导体线路的区域中由电绝缘材料制成。因此确保了红外辐射器的低干扰工作,特别是防止了相邻导体线路部分之间的闪络和短路。如果支撑件完全由复合材料制成,则导体线路可以直接施加到支撑件上。

[0049] 由多种材料制成的支撑件可以例如具有层结构,其中两个或更多个材料层可以布置成彼此叠置。在替代方案中,支撑件也可以具有由第一材料、优选复合材料构成的芯部,该芯部被涂覆有由第二材料构成的涂层。芯部可以用第二材料完全或部分涂覆。芯部优选被部分地涂覆有第二材料。

[0050] 在根据本发明的红外辐射器的同样优选的实施例的情况下,复合材料至少在由导体线路占据的支撑区域中涂有电绝缘材料层。

[0051] 支撑件具有至少两个被导体线路占据的区域,即第一区域和第二区域,发热导体的导体线路被分配到第一区域,接触导体线路位于第二区域。此外,支撑件可以具有其它区域,例如额外的发热导体或接触导体线路。

[0052] 用于制造支撑件的复合材料显示出在红外范围内的良好发射率。对于在根据本发明的红外辐射器中的使用而言,复合材料的其它物理性质特别是其导电性也是重要的。在工作条件下复合材料是电绝缘体还是具有一定的导电性主要取决于复合材料的化学成分。然而,导电的复合材料不能直接设有导体线路,因为例如在红外辐射器的工作期间可能发生短路。已经发现,为了能够制成由导电复合材料构成的支撑件,所述支撑件起初被涂覆有电绝缘材料层是有利的。

[0053] 复合材料可以用电绝缘材料完全或部分涂覆。在任何情况下,支撑件的至少具有导体线路的区域应被涂覆有电绝缘材料层,例如玻璃层,特别是熔融二氧化硅层。

[0054] 在根据本发明的红外辐射器的另一同样优选的实施例中,支撑件具有由复合材料制成的第一材料区域和与第一材料区域化学成分不同的第二材料区域,其中发热导体的导体线路施加到第一材料区域,接触导体线路施加到第二材料区域。

[0055] 当支撑件包括化学成分不同的多个材料区域时,获得特别有利于红外辐射器的电接触部件的温度分布,其中在接触导体线路的区域中具有良好的温度下降。具体地,发热导体的导体线路和接触导体线路可以施加到不同的材料上,其中材料的选择使得一方面获得特别高的辐射效率、另一方面在该接触导体线路的区域中获得良好的温度下降。

[0056] 由此,已经发现,第一材料区域由复合材料制成并且被发热导体占据是有利的。发热导体的导体线路优选仅施加到第一材料区域。由于复合材料的高发射率,将发热导体的导体线路分配给由复合材料制成的第一材料区域提供了具有特别高的辐射效率的红外辐射器。

[0057] 由于接触导体线路附接到第二材料区域,支撑件的第二材料区域可由与复合材料相比发射率较低的材料制成。由于其较低的发射率,第二材料区域发热较低,因此除了扩大接触导体线路的横截面之外,还有助于在支撑件的接触区域中特别有效地降温。接触导体线路优选仅施加到第二材料区域上。

[0058] 在根据本发明的红外辐射器的另一优选实施例中,附加组分的重量百分比在1%

与5%之间的范围内,优选地在1.5%与3.5%之间的范围内。

[0059] 复合材料的热吸收随附加组分的百分比而变化。因此,附加组分的重量百分比应优选为至少1%。另一方面,高体积百分比的附加组分会影响基质的化学性能和机械性能。就此而言,附加组分的重量百分比优选在1%与5%之间的范围内,优选在1.5%与3.5%之间的范围内。

[0060] 已经发现,有利的是:发热导体的导体线路和/或接触导体线路实施为烧入/烧结的厚膜层或者它们作为模制部件施加到支承件的表面以使导体线路和支承件彼此永久连接。

[0061] 发热导体的导体线路或接触导体线路的制造分别可以通过不同的制造方法——例如使用印刷技术,也可以通过冲压、激光束切割或铸造——来执行。发热导体的导体线路和接触导体线路可以在同一操作步骤中作为分开的部件或作为单个部件产生。

[0062] 已经发现,发热导体的导体线路和/或接触导体线路实施为烧结的厚膜层是特别有利的。这种厚膜层由电阻膏剂例如通过丝网印刷或者由含有金属的油墨通过喷墨印刷而产生,随后在高温下烧结。

[0063] 在替代方案中,发热导体的导体线路和接触导体线路也可以使用热分离方法,例如通过激光束切割或通过冲压,制成金属板的模制件。热分离或冲压方法的使用提供了导体线路的大量生产,因此有助于保持低的材料和生产成本。

[0064] 已经发现,发热导体的导体线路由铂、耐高温钢、钽、铁素体FeCrAl合金、奥氏体CrFeNi合金、碳化硅、硅化钼或钼基合金制成是有利的。

[0065] 与例如金、铂或银的贵金属相比,上述材料、特别是碳化硅(SiC)、硅化钼(MoSi₂)、钽(Ta)、高耐热钢或铁素体FeCrAl合金如**Kanthal®**(**Kanthal®**是SANDVIK INTELLECTUAL PROPERTY AB,811 81 Sandviken,SE的注册商标)具有成本效益;它们可以很容易地形成导体线路模制体,其可以用作相应于红外辐射器的生产的半成品。它们尤其可用作金属板,从中可以简单且具有成本效益地制造导体线路。此外,上述材料具有在空气中抗氧化的优点,因此无需额外的覆盖导体线路的层(覆盖层)来保护导体线路。

[0066] 在复合材料中存在的附加组分的类型和数量优选地在复合材料中在600°C的温度下对于在2μm与8μm之间的波长引起至少0.6的光谱发射率ε。在根据本发明的红外辐射器的特别优选的实施方案中,存在的附加组分的类型和数量在复合材料中在1000°C的温度下对于在2μm与8μm之间的波长引起至少0.75的光谱发射率ε。

[0067] 因此,复合材料对于2μm和8μm之间的热辐射具有高的吸收率和发射率,因此在红外辐射的波长范围内具有高的吸收率和发射率。这减少了支承表面处的反射,使得在1000°C以上的温度下对于在2μm和8μm之间的波长的反射率最大为0.25并且在600°C的温度下最大为0.4,假设透射率可忽略不计。由此避免了由反射的热辐射引起的不可再现的加热,这有助于均匀的或者合乎需要地不均匀的温度分布。

[0068] 当附加组分以附加组分相存在并且当其具有平均最大尺寸小于20μm、但优选大于3μm的非球形形态时可以获得特别高的发射率。

[0069] 因此,非球形形态的附加组分相也有助于高的机械稳定性以及复合材料形成裂缝的趋向性较小。术语“最大尺寸”是指可以在研磨中识别的具有附加组分相的绝缘区域的最长的伸展。研磨图案中所有最长的伸展的均值/中值形成上述平均值。

[0070] 根据基尔霍夫热辐射定律,在热平衡中,实际物体的光谱吸收系数 α_λ 和光谱发射率 ε_λ 彼此对应。

$$[0071] \quad \alpha_\lambda = \varepsilon_\lambda \quad (1)$$

[0072] 因此,附加组分导致基底材料发射红外辐射。在已知定向半球光谱反射率 R_{gh} 和透射率 T_{gh} 的情况下,光谱发射率 ε_λ 可如下计算:

$$[0073] \quad \varepsilon_\lambda = 1 - R_{gh} - T_{gh} \quad (2)$$

[0074] 在此,“光谱发射率”应理解为“光谱法向发射率”。光谱法向发射率通过测量原理确定,该测量原理已知称为“黑体边界条件(Black-Body Boundary Conditions, BBC)”,并且由J. Manara、M. Keller、D. Kraus、M. Arduini-Schuster发表于“DETERMINING THE TRANSMITTANCE AND EMITTANCE OF TRANSPARENT AND SEMITRANSSPARENT MATERIALS AT ELEVATED TEMPERATURES”, 5th European Thermal-Sciences Conference, The Netherlands (2008)。

[0075] 在结合了附加组分的复合材料中,无定形的基质组分的热辐射吸收比在没有附加组分的情况下更高。这造成了从导体线路到基底的改善的热传导、更快的热分布、以及基底上更高的辐射率。因此,可以提供更高的每单位面积辐射效率,并且在薄的基底壁厚度的情况下和/或在相对小的导体线路占有密度的情况下也产生均匀的辐射和均匀的温度场。具有小的壁厚的基底包含小的热质量并且提供快速的温度变化。这种情况不需要冷却。

附图说明

[0076] 下面借助于示例性实施例和附图更详细地解释本发明。在示意性的附图中:

[0077] 图1示出了根据本发明的红外辐射器的第一实施例,其包括由复合材料构成的支承件和施加到支承件上的接触导体线路,

[0078] 图2示出了在工作条件下根据图1的红外辐射器的热成像记录,

[0079] 图3A示出了用于制造根据本发明的红外辐射器的方法的第一部分,该部分包含方法步骤I至III,

[0080] 图3B示出了用于制造根据本发明的红外辐射器的方法的第二部分,该部分包含方法步骤III至V,以及

[0081] 图4示出了根据本发明的红外辐射器的第二实施例,在该实施例情况下,支承件包括化学成分不同的两个材料区域。

具体实施方式

[0082] 图1示出了根据本发明的红外辐射器的第一实施例,其整体上被指定以附图标记100。红外辐射器100被设计成达到 $150\text{kW}/\text{m}^2$ 的功率密度,并且具有板状支承件101和施加到支承件101上的发热导体的导体线路102。发热导体的导体线路102在其端部分别设置有呈接触导体线路103a、103b形式的电接触部件。

[0083] 支承件101完全由复合材料制成,该复合材料包括呈熔融二氧化硅形式的无定形的基质组分,呈非球形区域形式的初生硅相在该基质组分中均匀分布。

[0084] 支承件的长度 l 为100mm,宽度 b 为100mm,厚度为2mm。

[0085] 发热导体的导体线路102和接触导体线路103a、103b由铂构成;它们通过丝网印刷

在同一操作步骤中以铂的膏剂的形式施加到载体101上,然后烧入。由于发热导体的导体线路102和接触导体线路103a、103b是在同一操作步骤中被施加,因此它们通过物质-物质结合彼此连接。

[0086] 接触导体线路103a、103b直接连接到发热导体的导体线路102的端部。发热导体的导体线路102具有矩形横截面,该矩形横截面包括20 μm 的横截面高度和1mm的横截面底边。接触导体线路103a、103b被完全相同地形成,它们各自具有矩形横截面,横截面高度为20 μm ,横截面底边为3mm。接触导体线路103a、103b的横截面积分别为0.06 mm^2 。发热导体的导体线路102的横截面积为0.02 mm^2 。因此,接触导体线路103a、103b的横截面是发热导体的导体线路102的横截面的3倍。

[0087] 如果在其它附图中示出的实施例的情况下使用与图1中相同的附图标记,则它们表示在结构上相同或等同的部件和组件,如上面通过根据本发明的红外辐射器的第一实施例的描述更详细地解释的那样。

[0088] 图2示出了图1中描述的红外辐射器100在工作条件下的热成像记录。使用INFRA TEC VARIOCAM HR HEAD类型的热成像相机进行记录;它显示了支承件的温度分布。在发热导体的导体线路102的加热区域201中达到约1000 $^{\circ}\text{C}$ 的平均温度。与此相反,接触区域202中的温度低于300 $^{\circ}\text{C}$ 。

[0089] 借助于图3A和3B以示例性方式解释了用于制造红外辐射器100的方法。

[0090] 方法步骤I——生坯制造(半成品1)

[0091] 如W02015/067 688 A1中所述,通过浆料浇铸方法进行生产。首先,用热氯化法纯化无定形的熔融二氧化硅砂粒,由此确保方石英含量低于1% (按重量计)。将粒度在250 μm 和650 μm 之间的范围内的熔融二氧化硅砂粒用去离子水湿磨,从而形成包含78%固体含量的均匀底浆。

[0092] 随后将研磨球从底浆中取出,并加入一定量的硅粉形式的添加剂,直至固体含量达到83% (按重量计)。硅粉主要包含具有窄的粒径/粒度分布的非球形粉末颗粒,这些颗粒的 D_{97} 值为约10 μm ,并且颗粒中的粒径小于2 μm 的细微部分已预先除去。

[0093] 将填充有硅粉的浆料再均质化12小时。总固体含量的硅粉重量百分比为5%。完全均质化的浆料中的 SiO_2 颗粒显示出其特征在于 D_{50} 值为约8 μm 且 D_{90} 值为约40 μm 的粒径分布。

[0094] 将浆料浇铸到商用铸造机的模具中并通过形成多孔生坯110经由多孔塑料膜除去水。生坯110具有矩形板形状。为了除去结合的水,将生坯在通风炉中在约90 $^{\circ}\text{C}$ 下干燥5天。

[0095] 方法步骤II——将生坯切割到适当的尺寸

[0096] 在冷却之后,将所获得的多孔生坯110机械加工成基本上达到待制造的熔融二氧化硅支承板的最终尺寸,该支承板具有4mm的板厚。所述支承板在后文中被标识为坯件。为了烧结坯件,将坯件在烧结炉的空气中1小时内加热至1390 $^{\circ}\text{C}$ 的加热温度,并在该温度下保持5小时。

[0097] 以这种方式获得的熔融二氧化硅支承板形成支承件101。它由密度为2.1598 g/cm^3 的气密复合材料构成,在这种情况下,初生硅相的非球形区域(彼此分开并且其尺寸和形态大致对应于所使用的硅粉末的尺寸和形态)均匀地分布在不透明的熔融二氧化硅基质中。平均而言(均值/中值),最大尺寸在约1 μm 和10 μm 之间的范围内。基质在视觉上变成半透明到透明。借由显微镜检查,其没有显示任何开放的孔隙,最多是包括平均最大尺寸小于10 μm

的闭孔；基于密度计算的孔隙率为0.37%。空气中的复合材料在高达约1150℃的温度下是稳定的。

[0098] 方法步骤III——通过丝网印刷施加发热导体的导体线路102和接触导体线路103a、103b

[0099] 发热导体的导体线路102和接触导体线路103a、103b通过丝网印刷以铂电阻膏剂的形式施加到支承件101的表面上。为此，将细网眼织物111放置在支承件101上，其网眼开口在不需要印刷铂电阻膏剂的位置处是不可渗透的。这些位置在图3A-III中以黑色表面示出。

[0100] 方法步骤IV——移除织物111

[0101] 在执行印刷步骤之后并且在织物111已经从支承件101移除之后，获得涂覆有铂电阻膏剂的支承件300，在该支承件300上施加后续的发热导体的导体线路102的坯件形状302和后续的接触导体线路103a、103b的坯件形状303a、303b。

[0102] 方法步骤V——导体线路的烧结

[0103] 通过在1200℃的烧结温度下进行烧结而获得发热导体的导体线路102和接触导体线路103a、103b。

[0104] 施加反射层(任选)

[0105] 下面描述的方法步骤是任选的，因此在图3A和3B中未示出。膏剂层施加到支承件101的顶侧以及被施加于该顶侧上的导体线路102、103a、103b上。该浆料通过如上所述(不添加硅粉末)地改变SiO₂底浆而获得，其中，将包含粒径为约5μm的球形颗粒形式的无定形的SiO₂砂粒添加到均匀、稳定的底浆中，直到达到84%(按重量计)的固体含量。在滚筒式磨机中将该混合物以25U/min的速度均质化12小时。以这种方式获得的浆料具有84%的固体含量和约2.0g/cm³的密度。在研磨熔融二氧化硅砂粒之后获得的浆料中的SiO₂颗粒显示出粒度分布，其通过约8μm的D₅₀值和约40μm的D₉₀值来识别。

[0106] 将浆料喷涂到基底101的顶侧上，基底101起初在醇中纯化了数秒。因此在基板101上形成厚度约2mm的均匀浆料层。干燥的浆料层没有裂缝，并且其平均厚度略小于2mm。

[0107] 随后将干燥的浆料层在烧结炉中在空气中烧结。

[0108] 在透视图，图4示出了根据本发明的红外辐射器的第二实施例，其整体上被指定以附图标记400。红外辐射器400具有板形支承件401、发热导体的导体线路402、两个接触导体线路403a和403b，以及两个过渡导体线路404a和404b。如在图3A和3B的说明中所描述的，红外辐射器400可以任选地设置有覆盖层(未示出)。

[0109] 板状支承件401具有矩形形状，包括2.5mm的板厚。发热导体线路402、过渡导体线路404a和404b以及接触导体线路403a和403b被施加到支承件401的表面上。发热导体的导体线路402具有矩形横截面，其包括0.04mm²的横截面，横截面高度为0.02mm，横截面底边为2mm。在发热导体的导体线路402的两端，过渡导体线路404a、404b在起始处连接起来，此后过渡到接触导体线路403a、403b。过渡导体线路404a、404b被完全相同地形成，它们的横截面高度为0.02mm，并且横截面底边连续增大，其从发热导体侧的2mm开始增大至接触导体线路侧的6mm。接触导体线路403a、403b被完全相同地形成，它们具有矩形横截面，该横截面包括0.2mm²的横截面积，其中横截面高度为0.02mm，横截面底边为10mm。

[0110] 支承件401由两种材料A、B制成，它们沿着虚线407、408彼此焊接或胶合。材料区域

A包括未掺杂的合成熔融二氧化硅。由此在接触导体线路403a、403b的区域中提供良好的降温。材料区域B包括复合材料,该复合材料包括熔融二氧化硅形式的基质组分。重量百分比为2.5%的呈非球形区域形式的初生硅相均匀地分布在基质中。平均来说(均值/中值),硅相区域的最大尺寸在约1 μm 与10 μm 之间的范围内。复合材料是气密的,具有2.19g/cm³的密度,并且它在高达约1150 $^{\circ}\text{C}$ 的温度的空气中是稳定的。在高温下,复合材料显示出高的热辐射吸收和高发射率。发射率取决于温度。在600 $^{\circ}\text{C}$,在2 μm 与4 μm 之间的波长范围内的法向发射率在0.6以上。在1000 $^{\circ}\text{C}$,相同波长范围内的法向发射率在0.75以上。

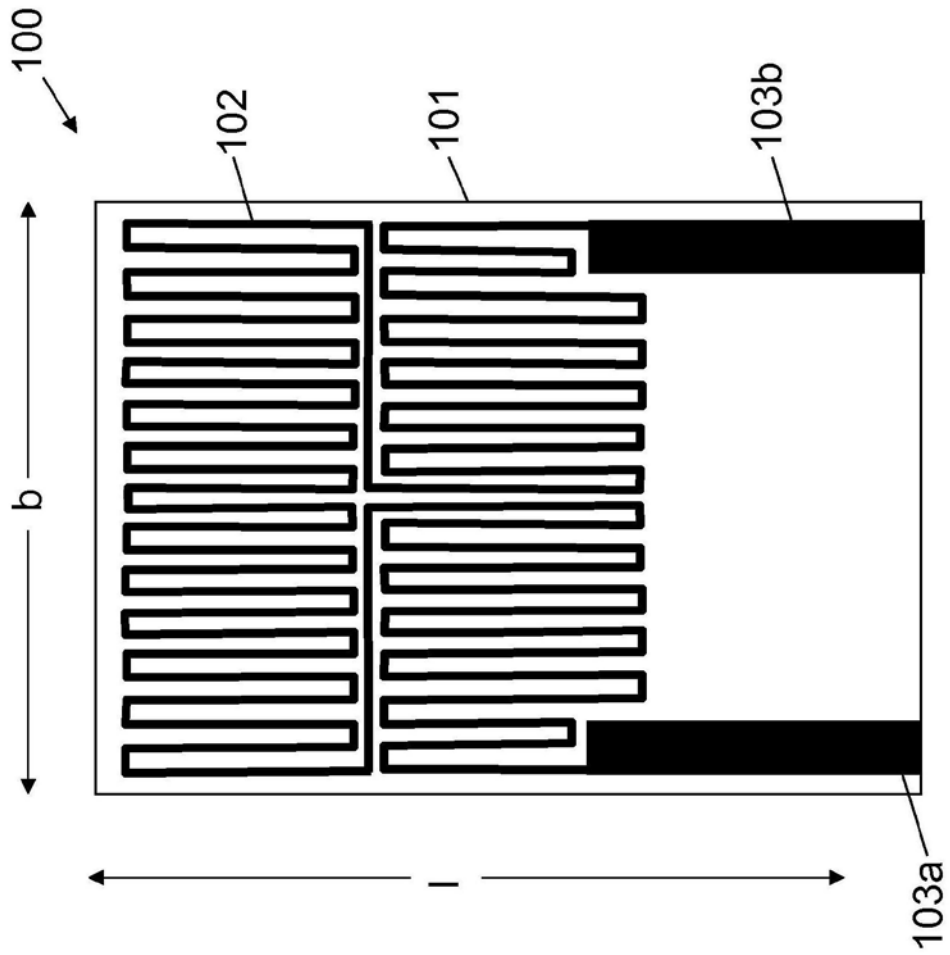


图1

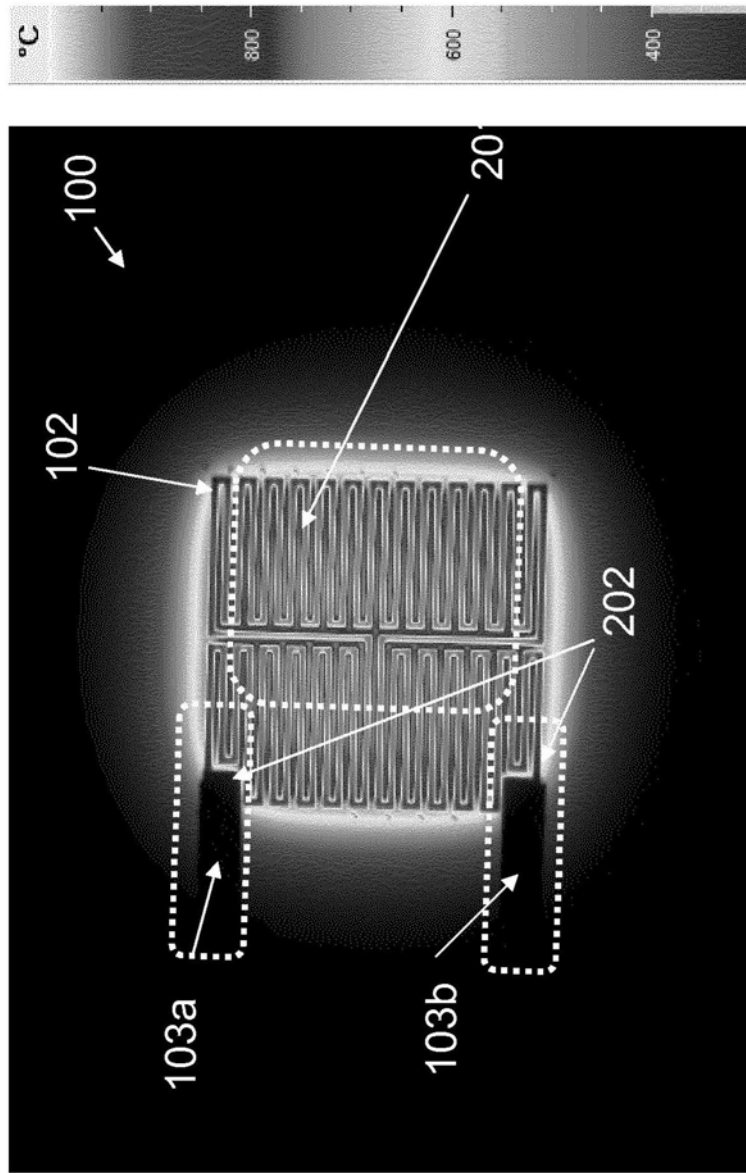


图2

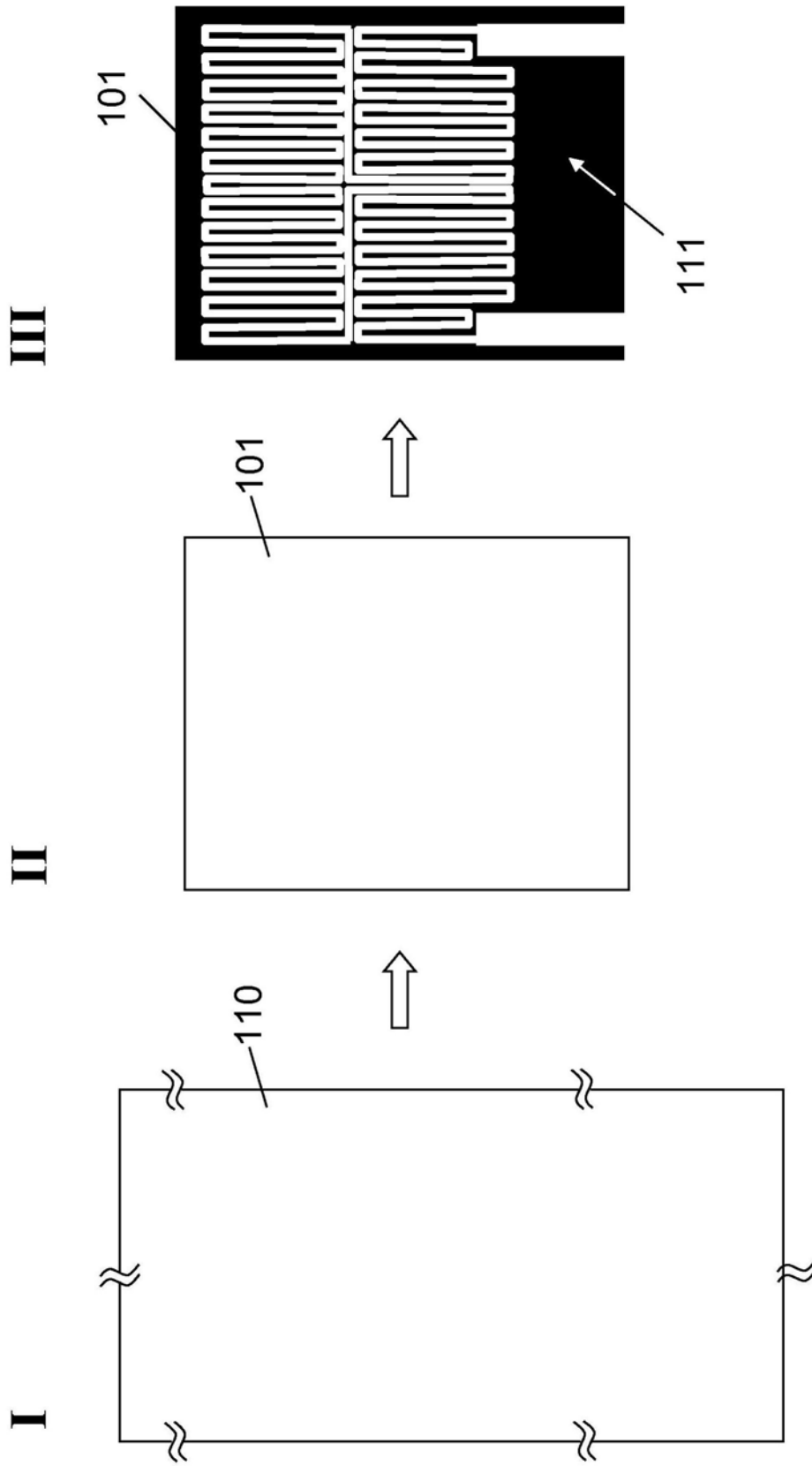


图3A

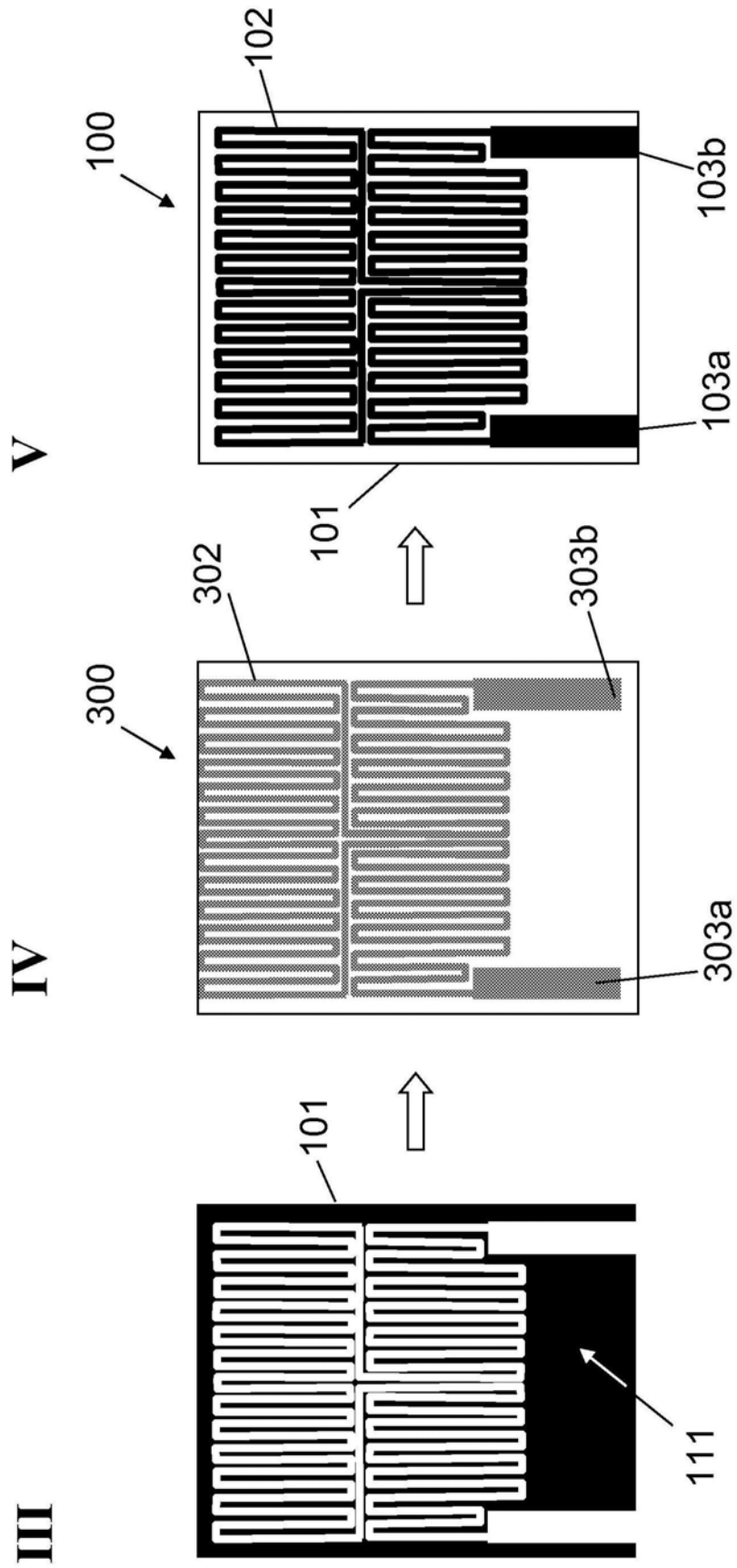


图3B

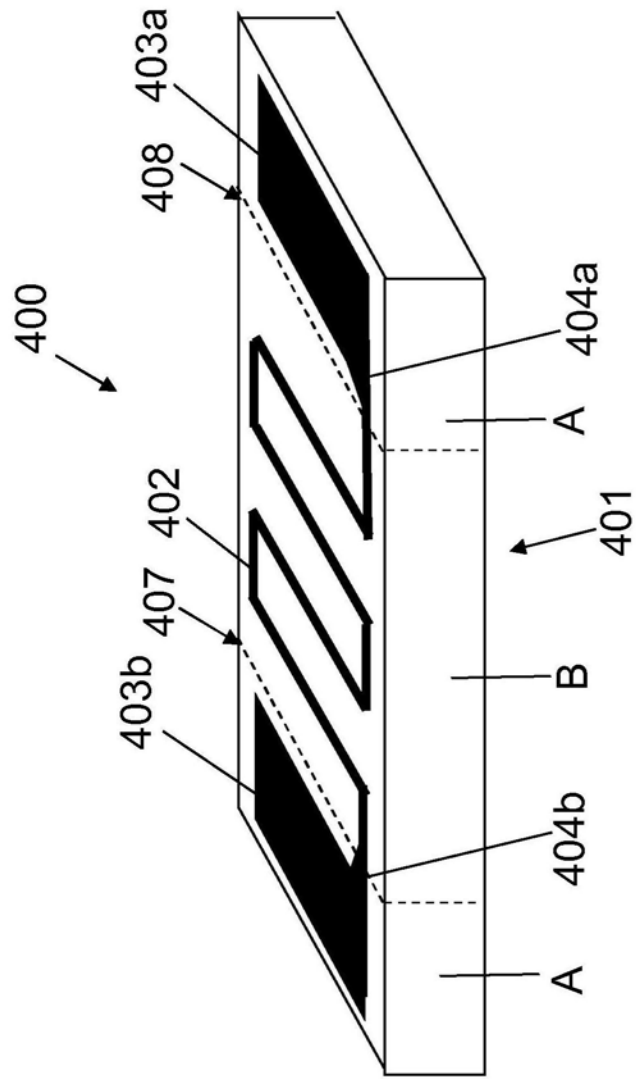


图4