



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104428500 B

(45)授权公告日 2018.07.20

(21)申请号 201380035453.1

T·莱勒格尔曼

(22)申请日 2013.07.03

(74)专利代理机构 北京安信方达知识产权代理有限公司 11262

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104428500 A

代理人 张春媛 阎斌斌

(43)申请公布日 2015.03.18

(51)Int.Cl.

F01L 3/02(2006.01)

(30)优先权数据

102012013226.3 2012.07.04 DE

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2014.12.31

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2013/064000 2013.07.03

(87)PCT国际申请的公布数据

W02014/006076 DE 2014.01.09

(73)专利权人 布莱史塔生产有限两合公司

地址 德国韦特/鲁尔

审查员 陈启林

(72)发明人 E·科勒 D·埃姆德 A·赛法特

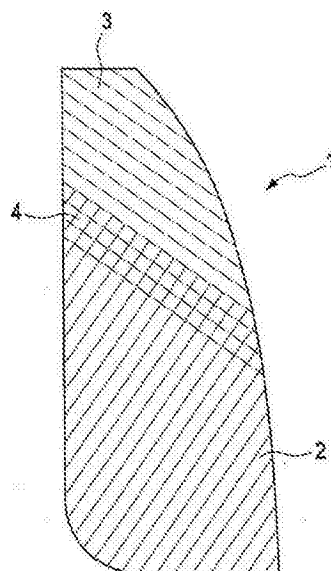
权利要求书3页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

高导热性气门座圈

(57)摘要

本发明涉及粉末冶金法生产的气门座圈,其具有载体层和功能层。本发明的目的是提供一种上述种类的气门座圈,其提供显著地较高的导热性能。为了达到这一目的,并根据上述首先提及的种类的气门座圈,本发明提出载体层的载体材料具有高于55W/m*K的导热率,总的含铜量介于>25和40%w/w的范围。



1. 一种粉末冶金法生产的气门座圈,包括载体层(2)和功能层(3),其中载体层(2)的载体材料的总含铜量的范围为 $>25\%w/w$ 并且 $\leq 40\%w/w$ 以提供超过 $55W/m^{\circ}K$ 的导热率,其特征在于,所述载体材料包括铁铜合金,所述铁铜合金的含铜量超过 $5\%w/w$ 。

2. 根据权利要求1所述的粉末冶金法生产的气门座圈,其特征在于,载体层(2)的载体材料的导热率超过 $65W/m^{\circ}K$ 。

3. 根据权利要求2所述的粉末冶金法生产的气门座圈,其特征在于,铁铜合金的含铜量合计为 $10\%w/w$ 。

4. 根据权利要求2或3所述的粉末冶金法生产的气门座圈,其特征在于,载体材料包括铁铜合金和铜粉的混合物。

5. 根据权利要求4所述的粉末冶金法生产的气门座圈,其特征在于,铜粉的份额介于 $5\%w/w$ 和 $15\%w/w$ 之间。

6. 根据权利要求1-3中的任何一项所述的粉末冶金法生产的气门座圈,其特征在于,载体材料和/或形成功能层(3)的功能材料包括借助于渗透而增加的铜。

7. 根据权利要求6所述的粉末冶金法生产的气门座圈,其特征在于,总含铜量高于 $25\%w/w$ 。

8. 根据权利要求1-3中的任何一项所述的粉末冶金法生产的气门座圈,其具有载体材料,所述载体材料形成由下列组分组成的载体层(2):

0.5% w/w 至 1.5 % w/w 碳

0.1% w/w 至 0.5 % w/w 锰

0.1% w/w 至 0.5 % w/w 硫

$>25\%w/w$ 并且 $\leq 40\%w/w$ 铜

余量 铁。

9. 根据权利要求1-3中的任何一项所述的粉末冶金法生产的气门座圈,其具有功能材料,所述功能材料形成由下列组分组成的功能层(3):

0.5% w/w 至 1.2 % w/w 碳
6.0% w/w 至 12.0% w/w 钴
1.0% w/w 至 3.5 % w/w 钼
0.5% w/w 至 3.0 % w/w 镍
1.5% w/w 至 5.0 % w/w 铬
0.1% w/w 至 1.0 % w/w 锰
0.1% w/w 至 1.0 % w/w 硫
8.0% w/w 至 22.0% w/w 铜
余量 % w/w 铁。

10. 根据权利要求1到3中的任何一项所述的粉末冶金法生产的气门座圈,其具有功能材料,所述功能材料形成由下列组分组成的功能层(3):

0.5% w/w 至 1.5 % w/w 碳
5.0% w/w 至 12.0% w/w 钼
1.5% w/w 至 4.5 % w/w 钨
0.2% w/w 至 2.0 % w/w 钒
2.2% w/w 至 2.8 % w/w 铬
0.1% w/w 至 1.0 % w/w 锰
0.1% w/w 至 0.5 % w/w 硫
12.0% w/w 至 24.0% w/w 铜
余量 % w/w 铁。

11. 一种用于通过粉末冶金技术制造如权利要求1到10中任何一项所述的气门座圈的方法,所述气门座圈包括由载体材料组成的载体层(2)以及由功能材料形成的功能层(3),其中采用以下步骤:

- 使用由铁铜合金粉末组成的载体材料制造载体层(2),
- 将载体层(2)的粉末压制形成为半成品,
- 使用常规的粉状的功能材料制造功能层,
- 将粉末压制形成为压坯,
- 与铜接触烧结所述压坯。

12. 根据权利要求11所述的方法,其特征在于,载体层(2)的铁铜合金粉末与铜粉结合

在一起,其中铜粉在载体层中的份额合计在5%w/w和15%w/w之间。

13.根据权利要求11或12所述的方法,其特征在于,铁铜合金粉末与石墨结合在一起,其中石墨在载体层中的份额合计在0.5%w/w和1.5%w/w之间。

14.根据权利要求11或12所述的方法,其特征在于,通过施加450MPa到700MPa之间的压制力,载体层(2)被压缩以形成密度在6.5g/cm³到7.5g/cm³之间的半成品组件。

15.根据权利要求11或12所述的方法,其特征在于,压坯是多层的和致密的。

16.根据权利要求11或12所述的方法,其特征在于,待被渗透的铜是以环的形式增加的。

高导热性气门座圈

[0001] 本发明涉及一种通过粉末冶金技术生产的气门座圈,其包括载体材料以及功能材料。

[0002] 上述首先提及的种类型的气门座圈例如在日本公开的专利申请JP6145720A中已经公开了。该专利申请描述了一种具有铜和钼组分的用于内燃发动机的渗透铜多层气门座圈。

[0003] 一般地,现有技术的气门座圈具有呈现极好的强度的优点。这主要是由于其设置了两层不同的材料层,同时载体材料在其中提供了突出的强度特性。然而,上述的这样种类型的现有技术的气门座圈具有一个缺点,就是由于它们的导热性能很差,它们不再能满足内燃发动机的增加的要求。通常,常规的载体材料的导热率小于 $45\text{W/m}\cdot\text{K}$ 。

[0004] 本发明的目的是提供一种上述种类型的气门座圈,其提供显著地更高的导热性能。另外,该气门座圈能满足通常的关于密封性、尺寸精度和强度的要求。

[0005] 为了达到这一目的,并根据上述首先提及的种类型的气门座圈,本发明提出:载体层(2)的载体材料具有高于 $55\text{W/m}\cdot\text{K}$ 的导热率,其中总含铜量介于 >25 和 $40\%\text{w/w}$ 的范围。本发明的气门座圈的总含铜量优选地由铁铜合金、增加的铜粉和渗透铜组成。

[0006] 下述内容表示的全部百分数都是重量百分数。

[0007] 根据本发明的气门座圈的特征是高导热率结合高强度,并且有助于应用在现代的内燃发动机中。其提供以下优点:

[0008] -在气缸盖中更快地传热,

[0009] -较低的气门温度,

[0010] -由于较低的气门温度,内燃机的爆震倾向减少,

[0011] -在气门座圈中更均匀的温度分布,

[0012] -由不均匀的温度分布所引起的气门座圈的变形得到减少,

[0013] -由于气门座圈的抗变形性能提高,燃烧室中的泄漏减少。

[0014] 本发明气门座圈的一个优选实施方式提供具有超过 $65\text{W/m}\cdot\text{K}$ 的导热率的载体材料。这一变型尤其适于在装备了涡轮增压系统的发动机中使用。汽油发动机的燃烧温度高于柴油机的燃烧温度。另一方面,柴油机的点火温度为大约 200 至 300°C ,高于汽油发动机的点火温度。在任何情况下,尽快消除高温以防止发动机组被损坏都是必要的。

[0015] 本发明气门座圈的一个特别优选的实施方式提供具有超过 $70\text{W/m}\cdot\text{K}$ 的导热率的载体材料。该实施方式为重型发动机所需,例如用于跑车中或赛车中的发动机,在这些应用中发动机的潜力被利用到极致。在这种情况下,增加的导热率会提高发动机的寿命。

[0016] 优选地,载体材料包括铁铜合金。在该组合中,铁的高强度和铜的优良导热率使得产生导体材料的特别积极的特性以用于特定应用。

[0017] 如果铁铜合金的含铜量超过 $5\%\text{w/w}$,尤其是在 $10\%\text{w/w}$ 时,通过粉末冶金的方法制造的气门座圈呈现特别优良的性能。该合金配置能实现铁和铜的优点被利用得特别好。在奥氏体中铜的最大溶解度在 1094°C 时为 $8.5\%\text{w/w}$ 。然而,铜可以作为合金添加物并通过扩散接合的方法被集成到铁铜合金中。利用扩散接合的铜,可以达到显著超过 $8.5\%\text{w/w}$ 的百

分数。在本发明的范围内,术语铁铜合金还包括具有扩散接合的铜的铁。

[0018] 本发明气门座圈的一个有利的实施方式提供由铁铜合金和铜粉的混合物组成的载体材料。在该情况下,铜用来粘合铁组分,由此形成内聚的基体。增加的含铜量能实现热量特别好地流过材料。这就确保气门座圈的区域内所涉及的机器元件具有长的使用寿命。如果铜粉的百分比介于8和12的范围中间,尤其是达到10%w/w,可以达到导热性和强度的特别好的组合。因此,在该情况下由铜形成的基体提供了特别好的导热率,而不明显削弱铁的载体功能。由于发动机的性能日益提高,并且考虑到更高的运行温度,因此使气门座圈的导热率提高也能够有利地影响并且因此提高气门座圈的使用寿命。

[0019] 本发明的创造性气门座圈的一个特别优选的变型提议载体材料和/或功能材料额外地包含借助于渗透而增加的铜。渗透用于填充压坯的孔隙,这在当液态铜通过毛细作用被吸入孔隙中的烧结过程期间发生。鉴于在烧结制品中的孔隙通常具有绝热效果,相比较于基底材料,在这种情况下为载体材料和功能材料,导热率被显著地增加。这意味着工件体积可以被最佳地利用,以优化导热率特性。

[0020] 通过粉末冶金技术生产的具有的近似20%w/w的渗透的含铜量的气门座圈本身是已知的。然而,已经发现,如果载体材料的含铜量折合>25%w/w,尤其是介于25和40%w/w的范围中间,气门座圈的导热率是特别有利的,在这样的情况下,铁的强度特性保持未被削弱。虽然铁的强度性能比铜的更高,但是铜的导热率更佳。利用以上所述的载体材料的合金成分,两种金属提供的优点可被组合起来,而不必面对它们的不利点。如果除了铜渗透之外将铁铜合金粉末用于载体材料并将铁铜合金粉末混合到铜粉中,那么可以达到这样的载体材料的高含铜量。

[0021] 本发明的创造性气门座圈的总含铜量优选地范围在>28和40%w/w之间。

[0022] 载体材料的一个特别有利的组分列在下表中:

0.5 到 1.5 % w/w 碳

0.1 到 0.5 % w/w 锰

[0023] 0.1 到 0.5 % w/w 硫

>25 到 40 % w/w 铜(合计)

余量 铁。

[0024] 在一个优选实施方式中,功能材料的合金组分如下:

0.5 至 1.2 % w/w 碳

[0025] 6.0 至 12.0% w/w 钴

1.0 至 3.5 % w/w 钼

[0026]	0.5	至	3.0 % w/w	镍
	1.5	至	5.0 % w/w	铬
	0.1	至	1.0 % w/w	锰
	0.1	至	1.0 % w/w	硫
	8.0	至	22.0% w/w	铜(渗透的)
	余量		% w/w	铁。

[0027] 在这种情况下功能材料为常规的类型。由于合金元素是成本密集型材料,因此尝试优化,使得在整个气门座圈中功能层的份额最小化。牢记住气门座圈是量产规模的制品,这意味着由于贵重材料的比例减小,带来巨大的成本降低。

[0028] 由下列功能材料组成的功能层的一个选择性的实施方式:

[0029]	0.5	至	1.5 % w/w	碳
	5.0	至	12.0% w/w	钼
	1.5	至	4.5 % w/w	钨
	0.2	至	2.0 % w/w	钒
	2.2	至	2.8 % w/w	铬
	0.1	至	1.0 % w/w	锰
	0.1	至	0.5 % w/w	硫
	12.0	至	24.0% w/w	铜(渗透的)
	余量		% w/w	铁。

[0030] 用于功能层的材料的选择取决于气门座圈必须满足的要求。如果功能材料具有要求的特性,那么可以选择价格比较低廉的变型。

[0031] 另外,本发明还涉及一种通过粉末冶金技术制造气门座圈的方法,其中气门座圈包括由载体材料组成的载体层以及功能材料的功能层,采用下列步骤:

[0032] -使用由铁铜合金粉末组成的载体材料制造载体层,

[0033] -在必要时,将载体层的粉末压制形成为半成品,

[0034] -使用常规的粉状的功能材料制造功能层,

[0035] -将粉末压制形成为压坯,

[0036] -与铜接触烧结压坯。

[0037] 在这种情况下功能层和载体层具有不同的性能。鉴于气门座圈的功能层是在热应力方面是特别设计的,载体层的特征在于有必要的强度和提高的导热率。额外地,载体材

料由铁铜合金粉末组成。

[0038] 载体层由铁铜合金粉末组成。铁赋予了强度,而铜提高了载体层的导热率特性。然后载体层的粉末被压制形成半成品。相对于半成品的气门座圈的内缘,气门座圈的表面倾斜度可被调节成适合相关的要求。根据本发明的教导,相对于水平位置的倾斜角介于 20° 和 40° 的范围之间。因此可确定,在哪些点处功能层被设计得更坚固或较不坚固。由于预先可确定的逐渐变细的载体层的轮廓,因此功能层的成本可最小化。该半成品用粉状的功能材料覆盖,然后将其压制成压坯。所述压坯在烧结过程期间被置于与铜接触状态。受压的压坯的孔隙使液态铜能够通过毛细作用渗入工件。以这种方式通过铜在工件的富集,导热率会显著地提高,同时载体层和功能层的支撑功能被保持。

[0039] 本发明的方法的一个优选实施方式提供载体层的铁铜合金粉末与铜粉组合在一起,其中铜粉在总的合金中的比例折合超过 $15\%w/w$ 。令人惊奇地,已经发现,遵循以上描述的方法,铁的支撑/载体特性不会被削弱,而铜的导热率却总是提高的。铜粉使得铁铜合金颗粒变得粘合,其中后者不会对材料的强度产生不可接受的影响,原因是它们多达 $15\%w/w$ 的含量是相对低的。

[0040] 本发明的方法的一个特别优选实施例提供铁铜合金粉末与石墨组合在一起,石墨在总的合金中的含量折合 0.5 和 $1.5\%w/w$ 之间。石墨的润滑作用防止载体层表面粘接,并且以这种方式延长了气门座圈的使用寿命。

[0041] 本发明的方法的一个有益的实施方式提出:通过施加介于 450 和 $700MPa$ 范围之间的压制力,载体层被压缩形成具有密度在 6.5 和 $7.5g/cm^3$ 之间的半成品组件。关于铜的渗透,这些参数意外地结果为对必要的毛细作用具有非常有利的影响,这是由于孔隙的尺寸对该目的是非常理想的。渗透的铜通过因此产生的孔隙管被吸收入工件。过高的压力和密度阻止铜进入工件,反之,过低的压力和密度不能满足气门座圈的必要的强度要求。根据本发明的教导,所施加的压制力低于常规的压制力,相应地导致压坯的密度较低。由于密度较低,产生的随后被铜渗透填充的孔隙越多。这样,通过渗透产生的铜吸收将比到目前为止可达到的更高。

[0042] 该方法使得特殊的和复杂的气门座圈的性能被实现,因为致密的压坯为多层配置。这提供了下列两方面益处:一方面,对只出现较低的应力的气门座圈的区域使用成本高效的材料。另一方面,通过在不同位置处适当地改变合金成分和层厚度,在各情况下的性能可被调成适合给定的需要。

[0043] 烧结过程在一个超过铜熔融温度的温度下进行。铜渗透可以这样发生,其中熔融铜在烧结过程期间通过毛细作用渗入工件的开放孔隙。

[0044] 为了渗透,铜可成环形供应给压坯。

[0045] 通过以下附图可说明本发明的示范性的实施方式,其中

[0046] 图1是气门座圈的剖面表示图;

[0047] 图2是过去的载体层的显微照片;

[0048] 图3是新的载体层的显微照片;

[0049] 图4是根据现有技术和根据本发明的教导的整个气门座圈的导热率的图表;

[0050] 图5是根据现有技术和根据本发明的教导的载体层的导热率的图表;

[0051] 图1是气门座圈1的剖面图。载体层2在体积上形成气门座圈1的最大的部分,功能

层3位于气门座圈1的上部并且实质上充当气门的支撑面。明显可见在载体层2与功能层3之间倾斜角尽可能平行地沿着气门座圈延伸,直到气门的支撑面。在载体层2和功能层3相交处,形成扩散层4。所述扩散层4特别地在对先前致密的压坯的烧结过程中具体形成。

[0052] 在图2和3中示出了气门座圈1的载体层2的显微图。图2描述根据现有技术的常规的载体层2的显微结构,而图3示出了本发明的范围内的气门座圈1的载体层2的显微图。明显地可见,图3中的载体层2的显微图示出了显著较高的含铜量。在图2和3中,铁铜合金组分中,亮点/区域代表铜组分,而暗点示出了铁的份额。

[0053] 在图4和5中示出的图表分别示出了气门座圈1,载体层2的导热率。在该图表中,老的制造气门座圈1的方法(根据现有技术;SdT)与新的制造方法(本发明的教导;LdE)进行比较。导热率是采用激光脉冲方法在RWTH Aachen处测量的。

[0054] 图4示出了成品的气门座圈1的导热率的图表。变型1中的功能层3的组分不同于变型2的组分。根据现有技术的功能层3被设定为已知。关于载体层的组分,做出了根据现有技术和根据本发明的教导的区别;明显地,根据本发明的教导的变型1和2的导热率显著地超过反映现有技术的变型1和2的热传导率。

[0055] 图5示出了对于气门座圈1的功能层3的两个不同的变型的载体层2的导热率的图表。能够看出,随着温度升高,常规的现有技术的载体层2的导热率从48W/m*K起而降低。与之对比的是,对于根据本发明的教导的两个变型,载体层2的导热率的平均略微超过70W/m*K。在500°C的温度下,根据本发明的教导的变型1&2的导热率(近似70W/m*K)比根据现有技术的变型1&2的导热率(近似38W/m*K)高46%w/w。

[0056] 通过下面的实施例来更加详细地阐释本发明。

实施例:

[0057] 由载体材料组成的载体层,在550MPa下压制形成,以获得半成品。在该实施例中,载体材料由铜粉和铁铜合金粉末的组合物组成。载体层为环的形式,其中所述环具有向内倾斜的大的倾斜度。所述半成品随后用粉状一致性的功能材料覆盖,并且然后压制成压坯,由此生产出功能层。该压坯是在1100°C烧结的,铜以线形式增加。所述增加的铜熔化并在烧结过程期间通过毛细作用渗透进入压坯。成品的气门座圈的载体层的合金成分是1.2%w/w碳,0.3%w/w锰,0.2%w/w硫,和35%w/w铜,同时,功能层的合金成分折合为1.1%w/w碳,9.7%w/w钴,1.4%w/w钼,2.5%w/w镍,3.0%w/w铬,0.5%w/w锰,0.5%w/w硫,和19.0%w/w Cu,其中铁铜合金、铜粉和渗透铜的含量已经被综合在一起。

[0058] 制造的气门座圈呈现高强度、好的导热性和润滑性的特征。

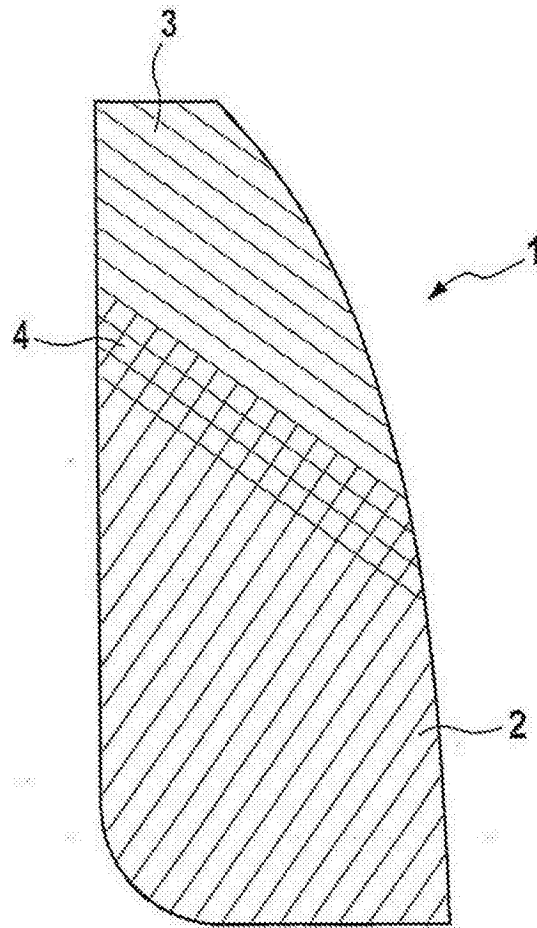


图1



图2

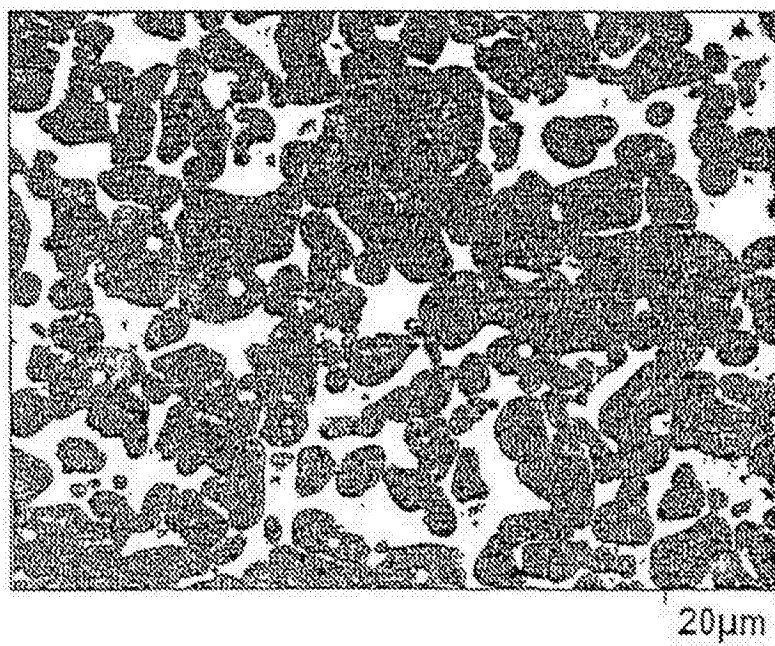


图3

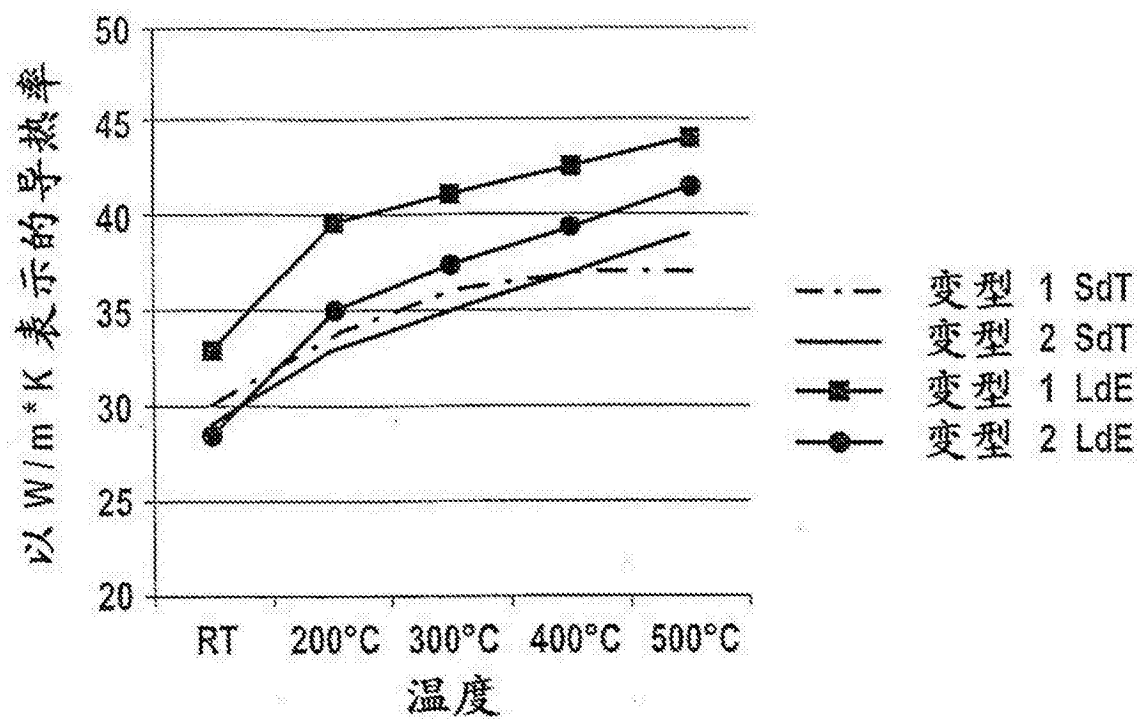


图4

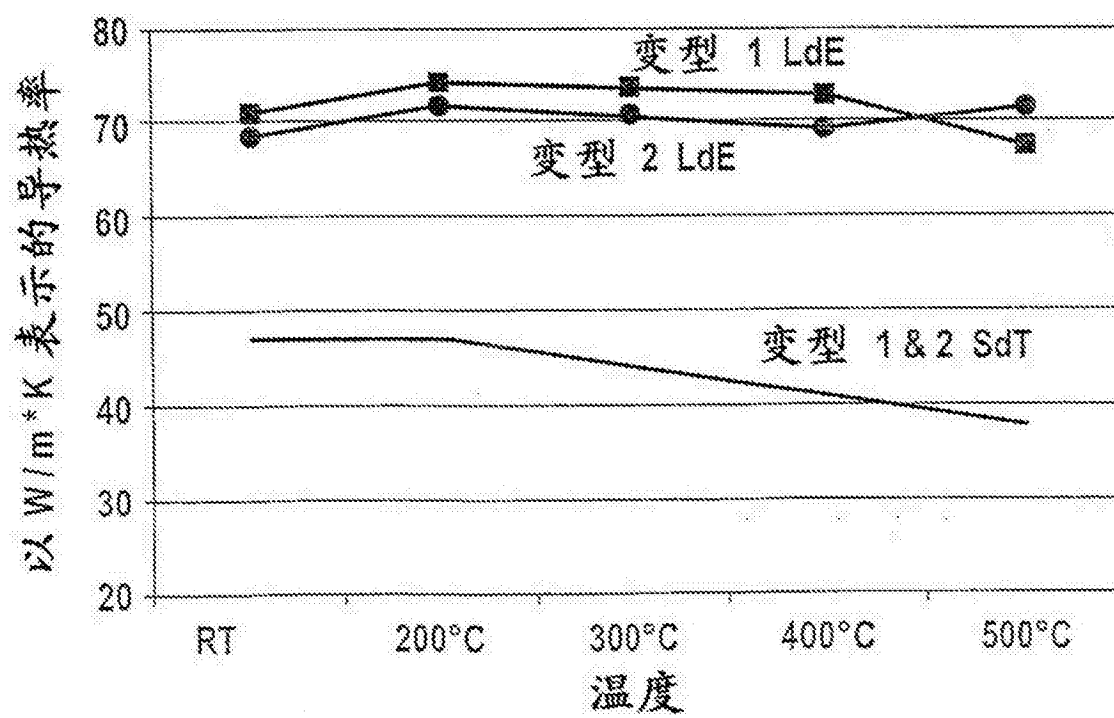


图5