



(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 209387675 U

(45)授权公告日 2019. 09. 13

(21)申请号 201920174860.5

(22)申请日 2019.01.31

(73)专利权人 哈尔滨理工大学

地址 150080 黑龙江省哈尔滨市南岗区学府路52号

(72)发明人 赵文杰 赵康佳 陆波 余博
刘桐

(74)专利代理机构 哈尔滨市松花江专利商标事务所 23109

代理人 高倩

(51)Int.Cl.

G01P 1/00(2006.01)

G01P 1/02(2006.01)

G01P 5/10(2006.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

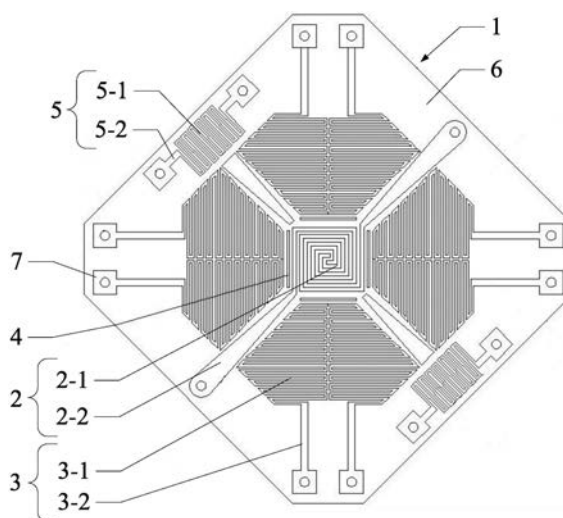
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54)实用新型名称

一种具有环境自补偿功能的二维热温差型风速传感器

(57)摘要

一种具有环境自补偿功能的二维热温差型风速传感器,属于风速传感器领域,解决了现有氮化铝基的热温差型风速传感器的检测速率较低的问题。所述风速传感器:在低热导率的衬底上铺设导热介质层,加热电极、四个温度探测电极、四个热隔离槽和两个环境温度自补偿电极均设置在导热介质层上。方形的加热电极本体设置在导热介质层的中心,四个扇形的温度探测电极本体分别设置在加热电极本体的四周,四个热隔离槽分别设置在四个温度探测电极本体与加热电极本体之间。两个环境温度自补偿电极本体分别设置在导热介质层的相对的两个边缘处。每个电极本体均设置有两个引出电极,每个引出电极的外接端均贴近导热介质层的边缘。



1. 一种具有环境自补偿功能的二维热温差型风速传感器,其特征在于,所述风速传感器包括衬底(1)、加热电极(2)、四个温度探测电极(3)、四个热隔离槽(4)和两个环境温度自补偿电极(5);

衬底(1)为八边形且采用低热导率材料制成,在衬底(1)的顶面上铺设导热介质层(6),加热电极(2)、四个温度探测电极(3)和两个环境温度自补偿电极(5)均设置在导热介质层(6)上;

加热电极(2)包括加热电极本体(2-1)和两个第一引出电极(2-2),加热电极本体(2-1)为方形盘绕螺旋结构,设置在导热介质层(6)的中心位置,两个第一引出电极(2-2)分别从加热电极本体(2-1)的第一外接端和第二外接端引出并延伸至导热介质层(6)的边缘;

每个温度探测电极(3)均包括温度探测电极本体(3-1)和两个第二引出电极(3-2),温度探测电极本体(3-1)包括两个蛇形绕制结构,两个蛇形绕制结构呈轴对称布置成扇形结构,两个蛇形绕制结构的第一外接端互连,两个第二引出电极(3-2)分别从两个蛇形绕制结构的第二外接端引出并延伸至导热介质层(6)的边缘;

对于四个温度探测电极(3),四个温度探测电极本体(3-1)的小端分别与加热电极本体(2-1)的四条边相对设置,四个热隔离槽(4)分别设置在四个温度探测电极本体(3-1)与加热电极本体(2-1)之间,每个热隔离槽(4)的槽口均位于导热介质层(6)的顶面上,槽底均位于衬底(1)内;

每个环境温度自补偿电极(5)均包括环境温度自补偿电极本体(5-1)和两个第三引出电极(5-2),两个第三引出电极(5-2)经环境温度自补偿电极本体(5-1)的第一外接端和第二外接端引出并延伸至导热介质层(6)的边缘;

对于两个环境温度自补偿电极(5),两个环境温度自补偿电极本体(5-1)分别位于导热介质层(6)的相对的两个边缘处。

2. 如权利要求1所述的具有环境自补偿功能的二维热温差型风速传感器,其特征在于,导热介质层(6)的八条边包括四条长边和四条短边,短边与长边交替布置且合围成八边形;

每个引出电极的远离对应电极本体的一端为其外接端;

加热电极的两个第一引出电极(2-2)的外接端分别贴近导热介质层(6)的相对的两条长边,两个环境温度自补偿电极本体(5-1)分别贴近导热介质层(6)的另两条长边,每个环境温度自补偿电极本体(5-1)对应的两个第三引出电极(5-2)分别位于该环境温度自补偿电极本体(5-1)的两侧,并均与该环境温度自补偿电极本体(5-1)所在侧的长边平行;

每个温度探测电极(3)的两个第二引出电极(3-2)的外接端均位于对应温度探测电极本体(3-1)的同一侧,四个温度探测电极(3)的第二引出电极(3-2)的外接端分别贴近导热介质层(6)的四条短边。

3. 如权利要求2所述的具有环境自补偿功能的二维热温差型风速传感器,其特征在于,衬底(1)采用氧化铝陶瓷制成,导热介质层(6)采用氮化铝薄膜实现,加热电极(2)、四个温度探测电极(3)和两个环境温度自补偿电极(5)均为金属薄膜电极。

4. 如权利要求3所述的具有环境自补偿功能的二维热温差型风速传感器,其特征在于,加热电极(2)、四个温度探测电极(3)和两个环境温度自补偿电极(5)均为铂膜。

5. 如权利要求4所述的具有环境自补偿功能的二维热温差型风速传感器,其特征在于,加热电极(2)的每个第一引出电极(2-2)的宽度自加热电极本体(2-1)至导热介质层(6)边

缘方向均匀增大。

6.如权利要求5所述的具有环境自补偿功能的二维热温差型风速传感器,其特征在于,每个引出电极的外接端均为通孔焊盘(7),通孔焊盘(7)的通孔为圆孔,该通孔还依次贯穿导热介质层(6)和衬底(1)。

7.如权利要求6所述的具有环境自补偿功能的二维热温差型风速传感器,其特征在于,引线的一端自衬底(1)的底侧、经通孔焊盘(7)的通孔引出,并采用铂浆烧结焊接的方式与通孔焊盘(7)固连;焊后,固化的铂浆覆盖通孔焊盘(7)。

8.如权利要求7所述的具有环境自补偿功能的二维热温差型风速传感器,其特征在于,衬底(1)的厚度为0.1-0.15mm,导热介质层(6)的厚度为0.1-10 μm ,加热电极(2)、温度探测电极(3)和环境温度自补偿电极(5)的厚度均为50-500nm,加热电极本体(2-1)的线宽为40-100 μm ,温度探测电极本体(3-1)和环境温度自补偿电极本体(5-1)的线宽均为10-50 μm ,热隔离槽(4)的槽深为0.1-0.15mm,槽宽为20-50 μm ,通孔焊盘(7)的孔径为50-100 μm 。

一种具有环境自补偿功能的二维热温差型风速传感器

技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种风速传感器,特别涉及一种具有环境自补偿功能的二维热温差型风速传感器。

背景技术

[0002] 风速传感器被广泛地应用于风力发电、矿山通风、太阳能发电风向控制和气体流量监测等领域。近年来,随着MEMS技术的不断发展,热温差型风速传感器也取得了新的突破和发展。

[0003] 授权公告号为CN 102998479 B的中国发明专利公开了一种氮化铝基集成阵列结构的二维风速风向传感器,属于热温差型风速传感器。该传感器解决了集成热温差原理的风速传感器采用硅基衬底工艺复杂、开发成本较高、传感器响应速率慢和机械性能差的缺点。

[0004] 然而,这种氮化铝基的热温差型风速传感器因采用高热导率的氮化铝陶瓷材料作为衬底而使得自身的纵向热传导损耗增大,进而导致其检测速率较低。

实用新型内容

[0005] 本实用新型为解决现有氮化铝基的热温差型风速传感器的检测速率较低的问题,提出了一种具有环境自补偿功能的二维热温差型风速传感器。

[0006] 本实用新型所述的具有环境自补偿功能的二维热温差型风速传感器包括衬底1、加热电极2、四个温度探测电极3、四个热隔离槽4和两个环境温度自补偿电极5;

[0007] 衬底1为八边形且采用低热导率材料制成,在衬底1的顶面上铺设导热介质层6,加热电极2、四个温度探测电极3和两个环境温度自补偿电极5均设置在导热介质层6上;

[0008] 加热电极2包括加热电极本体2-1和两个第一引出电极2-2,加热电极本体2-1为方形盘绕螺旋结构,设置在导热介质层6的中心位置,两个第一引出电极2-2分别从加热电极本体2-1的第一外接端和第二外接端引出并延伸至导热介质层6的边缘;

[0009] 每个温度探测电极3均包括温度探测电极本体3-1和两个第二引出电极3-2,温度探测电极本体3-1包括两个蛇形绕制结构,两个蛇形绕制结构呈轴对称布置成扇形结构,两个蛇形绕制结构的第一外接端互连,两个第二引出电极3-2分别从两个蛇形绕制结构的第二外接端引出并延伸至导热介质层6的边缘;

[0010] 对于四个温度探测电极3,四个温度探测电极本体3-1的小端分别与加热电极本体2-1的四条边相对设置,四个热隔离槽4分别设置在四个温度探测电极本体3-1与加热电极本体2-1之间,每个热隔离槽4的槽口均位于导热介质层6的顶面上,槽底均位于衬底1内;

[0011] 每个环境温度自补偿电极5均包括环境温度自补偿电极本体5-1和两个第三引出电极5-2,两个第三引出电极5-2经环境温度自补偿电极本体5-1的第一外接端和第二外接端引出并延伸至导热介质层6的边缘;

[0012] 对于两个环境温度自补偿电极5,两个环境温度自补偿电极本体5-1分别位于导热

介质层6的相对的两个边缘处。

[0013] 作为优选的是,导热介质层6的八条边包括四条长边和四条短边,短边与长边交替布置且合围成八边形;

[0014] 每个引出电极的远离对应电极本体的一端为其外接端;

[0015] 加热电极的两个第一引出电极2-2的外接端分别贴近导热介质层6的相对的两条长边,两个环境温度自补偿电极本体5-1分别贴近导热介质层6的另两条长边,每个环境温度自补偿电极本体5-1对应的两个第三引出电极5-2分别位于该环境温度自补偿电极本体5-1的两侧,并均与该环境温度自补偿电极本体5-1所在侧的长边平行;

[0016] 每个温度探测电极3的两个第二引出电极3-2的外接端均位于对应温度探测电极本体3-1的同一侧,四个温度探测电极3的第二引出电极3-2的外接端分别贴近导热介质层6的四条短边。

[0017] 作为优选的是,衬底1采用氧化铝陶瓷制成,导热介质层6采用氮化铝薄膜实现,加热电极2、四个温度探测电极3和两个环境温度自补偿电极5均为金属薄膜电极。

[0018] 作为优选的是,加热电极2、四个温度探测电极3和两个环境温度自补偿电极5均为铂膜。

[0019] 作为优选的是,加热电极2的每个第一引出电极2-2的宽度自加热电极本体2-1至导热介质层6边缘方向均匀增大。

[0020] 作为优选的是,每个引出电极的外接端均为通孔焊盘7,通孔焊盘7的通孔为圆孔,该通孔还依次贯穿导热介质层6和衬底1。

[0021] 作为优选的是,引线的一端自衬底1的底侧、经通孔焊盘7的通孔引出,并采用铂浆烧结焊接的方式与通孔焊盘7固连;焊后,固化的铂浆覆盖通孔焊盘7。

[0022] 作为优选的是,衬底1的厚度为0.1-0.15mm,导热介质层6的厚度为0.1-10 μ m,加热电极2、温度探测电极3和环境温度自补偿电极5的厚度均为50-500nm,加热电极本体2-1的线宽为40-100 μ m,温度探测电极本体3-1和环境温度自补偿电极本体5-1的线宽均为10-50 μ m,热隔离槽4的槽深为0.1-0.15mm,槽宽为20-50 μ m,通孔焊盘7的孔径为50-100 μ m。

[0023] 本实用新型所述的具有环境自补偿功能的二维热温差型风速传感器的环境自补偿方法包括:

[0024] 步骤一、根据两个环境温度自补偿电极5的电阻值确定环境温度值;

[0025] 步骤二、根据环境温度值的变化,调节加热电极2两端的电压频率,使所述风速传感器的温度场恒定。

[0026] 作为优选的是,步骤一根据两个环境温度自补偿电极5的电阻值确定环境温度值的具体方式为:

[0027] 当两个环境温度自补偿电极5的电阻值相等时,将任一环境温度自补偿电极5的电阻值作为环境温度值;

[0028] 当两个环境温度自补偿电极5的电阻值不等时,将较小的环境温度自补偿电极5的电阻值作为环境温度值。

[0029] 本实用新型所述的具有环境自补偿功能的二维热温差型风速传感器,其衬底采用低热导率材料制成,在衬底的顶面上铺设导热介质层。这种带有导热介质层的复合衬底既有利于温度的横向快速传导又降低了纵向热传导损耗,能够有效地提升所述风速传感器

的热响应速率,进而提高所述风速传感器的风速风向检测速率。

附图说明

[0030] 在下文中将基于实施例并参考附图来对本实用新型所述的具有环境自补偿功能的二维热温差型风速传感器进行更详细的描述,其中:

[0031] 图1为实施例所述的具有环境自补偿功能的二维热温差型风速传感器的平面结构示意图;

[0032] 图2为实施例所述的具有环境自补偿功能的二维热温差型风速传感器的截面图;

[0033] 图3为实施例所述的加热电极的结构示意图,其中,a为加热电极本体的线宽;

[0034] 图4为实施例所述的温度探测电极的结构示意图,其中,b为温度探测电极本体的线宽;

[0035] 图5为实施例所述的环境温度自补偿电极的结构示意图,其中,c为环境温度自补偿电极本体的线宽。

具体实施方式

[0036] 下面将结合附图对本实用新型所述的具有环境自补偿功能的二维热温差型风速传感器作进一步说明。

[0037] 实施例:下面结合图1至图5详细地说明本实施例。

[0038] 本实施例所述的具有环境自补偿功能的二维热温差型风速传感器包括衬底1、加热电极2、四个温度探测电极3、四个热隔离槽4和两个环境温度自补偿电极5;

[0039] 衬底1为八边形且采用低热导率材料制成,在衬底1的顶面上铺设导热介质层6,加热电极2、四个温度探测电极3和两个环境温度自补偿电极5均设置在导热介质层6上;

[0040] 加热电极2包括加热电极本体2-1和两个第一引出电极2-2,加热电极本体2-1为方形盘绕螺旋结构,设置在导热介质层6的中心位置,两个第一引出电极2-2分别从加热电极本体2-1的第一外接端和第二外接端引出并延伸至导热介质层6的边缘;

[0041] 每个温度探测电极3均包括温度探测电极本体3-1和两个第二引出电极3-2,温度探测电极本体3-1包括两个蛇形绕制结构,两个蛇形绕制结构呈轴对称布置成扇形结构,两个蛇形绕制结构的第一外接端互连,两个第二引出电极3-2分别从两个蛇形绕制结构的第二外接端引出并延伸至导热介质层6的边缘;

[0042] 对于四个温度探测电极3,四个温度探测电极本体3-1的小端分别与加热电极本体2-1的四条边相对设置,四个热隔离槽4分别设置在四个温度探测电极本体3-1与加热电极本体2-1之间,每个热隔离槽4的槽口均位于导热介质层6的顶面上,槽底均位于衬底1内;

[0043] 每个环境温度自补偿电极5均包括环境温度自补偿电极本体5-1和两个第三引出电极5-2,两个第三引出电极5-2经环境温度自补偿电极本体5-1的第一外接端和第二外接端引出并延伸至导热介质层6的边缘;

[0044] 对于两个环境温度自补偿电极5,两个环境温度自补偿电极本体5-1分别位于导热介质层6的相对的两个边缘处。

[0045] 本实施例的导热介质层6的八条边包括四条长边和四条短边,短边与长边交替布置且合围成八边形;

[0046] 每个引出电极的远离对应电极本体的一端为其外接端；

[0047] 加热电极的两个第一引出电极2-2的外接端分别贴近导热介质层6的相对的两条长边,两个环境温度自补偿电极本体5-1分别贴近导热介质层6的另两条长边,每个环境温度自补偿电极本体5-1对应的两个第三引出电极5-2分别位于该环境温度自补偿电极本体5-1的两侧,并均与该环境温度自补偿电极本体5-1所在侧的长边平行；

[0048] 每个温度探测电极3的两个第二引出电极3-2的外接端均位于对应温度探测电极本体3-1的同一侧,四个温度探测电极3的第二引出电极3-2的外接端分别贴近导热介质层6的四条短边。

[0049] 本实施例的衬底1采用纯度为99%的氧化铝陶瓷制成,导热介质层6采用氮化铝薄膜实现,加热电极2、四个温度探测电极3和两个环境温度自补偿电极5均为金属薄膜电极。

[0050] 本实施例的加热电极2、四个温度探测电极3和两个环境温度自补偿电极5均为铂膜。

[0051] 本实施例的加热电极2的每个第一引出电极2-2的宽度自加热电极本体2-1至导热介质层6边缘方向均匀增大。

[0052] 本实施例的每个引出电极的外接端均为通孔焊盘7,通孔焊盘7的通孔为圆孔,该通孔还依次贯穿导热介质层6和衬底1。

[0053] 引线的一端自衬底1的底侧、经通孔焊盘7的通孔引出,并采用铂浆烧结焊接的方式与通孔焊盘7固连;焊后,固化的铂浆覆盖通孔焊盘7。

[0054] 本实施例的衬底1的厚度为0.1-0.15mm,导热介质层6的厚度为0.1-10 μ m,加热电极2、温度探测电极3和环境温度自补偿电极5的厚度均为50-500nm,加热电极本体2-1的线宽为40-100 μ m,温度探测电极本体3-1和环境温度自补偿电极本体5-1的线宽均为10-50 μ m,热隔离槽4的槽深为0.1-0.15mm,槽宽为20-50 μ m,通孔焊盘7的孔径为50-100 μ m。

[0055] 本实施例所述的具有环境自补偿功能的二维热温差型风速传感器还具有以下有益效果:

[0056] 1、加热电极本体2-1为方形盘绕螺旋结构,在所述风速传感器的中心形成方形的温度场,有利于温度向四周扩散。分布在加热电极本体2-1四周的温度探测电极本体3-1形成扇形的温度扩散场,有利于对称温度场的形成。加热电极2的每个第一引出电极2-2的宽度自加热电极本体2-1至导热介质层6边缘方向均匀增大,减小了第一引出电极2-2对温度场的影响。

[0057] 2、四个温度探测电极本体3-1形成的四个扇形区域正好覆盖加热电极本体2-1的四个温度扩散场,有利于提高热场交换面积和效率,提高风速风向灵敏度和检测精度。

[0058] 3、引线的一端自衬底1的底侧、经通孔焊盘7的通孔引出,并采用铂浆烧结焊接的方式与通孔焊盘7固连;焊后,固化的铂浆覆盖通孔焊盘7。这种焊接方法既起到了焊接引线作用又对引线起到了固定作用,提高了可靠性。与此同时,所述风速传感器的表面无引线和焊接余高突起分布,减小了对气流的影响,降低了封接干扰问题。

[0059] 本实施例所述的具有环境自补偿功能的二维热温差型风速传感器的风速风向检测原理为现有技术,在此不再赘述。

[0060] 本实施例所述的具有环境自补偿功能的二维热温差型风速传感器的制备工艺如下:

- [0061] 步骤一:对氧化铝陶瓷衬底进行清洗和烘烤;
- [0062] 步骤二:在步骤一烘烤后的氧化铝陶瓷衬底上溅射氮化铝导热介质薄膜;
- [0063] 步骤三:对步骤二溅射氮化铝导热介质薄膜的氧化铝陶瓷衬底进行氮化或氧化处理;
- [0064] 步骤四:在步骤三氮化或氧化氮化或氧化氮化铝导热介质薄膜上形成一层正性光刻胶;
- [0065] 步骤五:制作制版模具,所述制版模具为加热电极2、四个温度探测电极3和两个环境温度自补偿电极5所形成传感器电极表面结构的相反图案的掩模版,利用制版模具对步骤四形成的正性光刻胶上进行反版曝光和显影,获得带有光刻胶图案的氧化铝陶瓷衬底;
- [0066] 步骤六:将步骤五中带有光刻胶图案的氧化铝陶瓷衬底,金属化成膜,形成带有覆盖铂膜图案的氧化铝陶瓷衬底;
- [0067] 步骤七:将步骤六中带有覆盖铂膜图案的氧化铝陶瓷衬底进行柔性机械剥离,在氧化铝陶瓷衬底上的氮化铝介质薄膜表面留下了与制版模具相反图案的铂膜传感器电极图案结构;
- [0068] 步骤八:在步骤七的铂膜传感器电极图案结构中的加热电极本体2-1外围和通孔焊盘7 的中心的氧化铝陶瓷衬底上进行激光刻蚀,刻蚀形成热隔离槽4和通孔焊盘7的通孔;
- [0069] 步骤九:铂丝引线从引出焊盘穿过焊盘通孔,铂丝引线在氧化铝陶瓷衬底背面引出,氧化铝陶瓷衬底正面的焊盘覆盖铂浆焊料并覆盖保护层,固化后,二维热温差型风速传感器制造完成。
- [0070] 对步骤一烘烤后的氧化铝陶瓷衬底,采用磁控射频溅射方法,在氩气和氮气2:1比例,保持压强0.5-1.2Pa环境下进行溅射氮化铝薄膜,获得氮化铝导热介质薄膜。
- [0071] 步骤二中,在氩气和氮气2:1比例保持压强0.5-1.2Pa环境下进行射频溅射氮化铝薄膜,射频溅射过程:
- [0072] 溅射温度在室温25℃和200℃交替进行,即在室温25℃磁控射频溅射氮化铝薄膜2h,加热至200℃,再射频溅射氮化铝薄膜2h,待降温到室温25℃,在进行镀膜射频溅射氮化铝薄膜;
- [0073] 重复上述射频溅射过程2-3次,可得到具有晶界明显的多层氮化铝薄膜。
- [0074] 本实施例所述的具有环境自补偿功能的二维热温差型风速传感器的环境自补偿方法包括:
- [0075] 步骤一、根据两个环境温度自补偿电极5的电阻值确定环境温度值;
- [0076] 步骤二、根据环境温度值的变化,调节加热电极2两端的电压频率,使所述风速传感器的温度场恒定。
- [0077] 步骤一根据两个环境温度自补偿电极5的电阻值确定环境温度值的具体方式为:
- [0078] 当两个环境温度自补偿电极5的电阻值相等时,将任一环境温度自补偿电极5的电阻值作为环境温度值;
- [0079] 当两个环境温度自补偿电极5的电阻值不等时,将较小的环境温度自补偿电极5的电阻值作为环境温度值。
- [0080] 当所述风速传感器表面无气流流动时,两个环境温度自补偿电极5的电阻值相等

且无变化,此时将任一环境温度自补偿电极5的电阻值作为环境温度值。当环境温度变化或者外界气流径向垂直于两个环境温度自补偿电极5所在方向时,两个环境温度自补偿电极5的电阻值同时变化,但是仍然相等,此时将任一环境温度自补偿电极5的电阻值作为环境温度值。当两个环境温度自补偿电极5的电阻值不等时,说明外界气流方向与两个环境温度自补偿电极5的径向方向呈一定角度,电阻值较小者所在侧为气流输入方向,此时将较小的环境温度自补偿电极5的电阻值作为环境温度值。

[0081] 加热电极2两端的电压频率由环境温度值而定,具体通过环境温度实验来标定环境温度变化对风速风向误差影响大小,得到环境温度和风速风向关系曲线,即可实现风速自补偿功能,提高风速和风向检测精度。

[0082] 虽然在本文中参照了特定的实施方式来描述本实用新型,但是应该理解的是,这些实施例仅是本实用新型的原理和应用的示例。因此应该理解的是,可以对示例性的实施例进行许多修改,并且可以设计出其他的布置,只要不偏离所附权利要求所限定的本实用新型的精神和范围。应该理解的是,可以通过不同于原始权利要求所描述的方式来结合不同的从属权利要求和本文中所述的特征。还可以理解的是,结合单独实施例所描述的特征可以使用在其他所述实施例中。

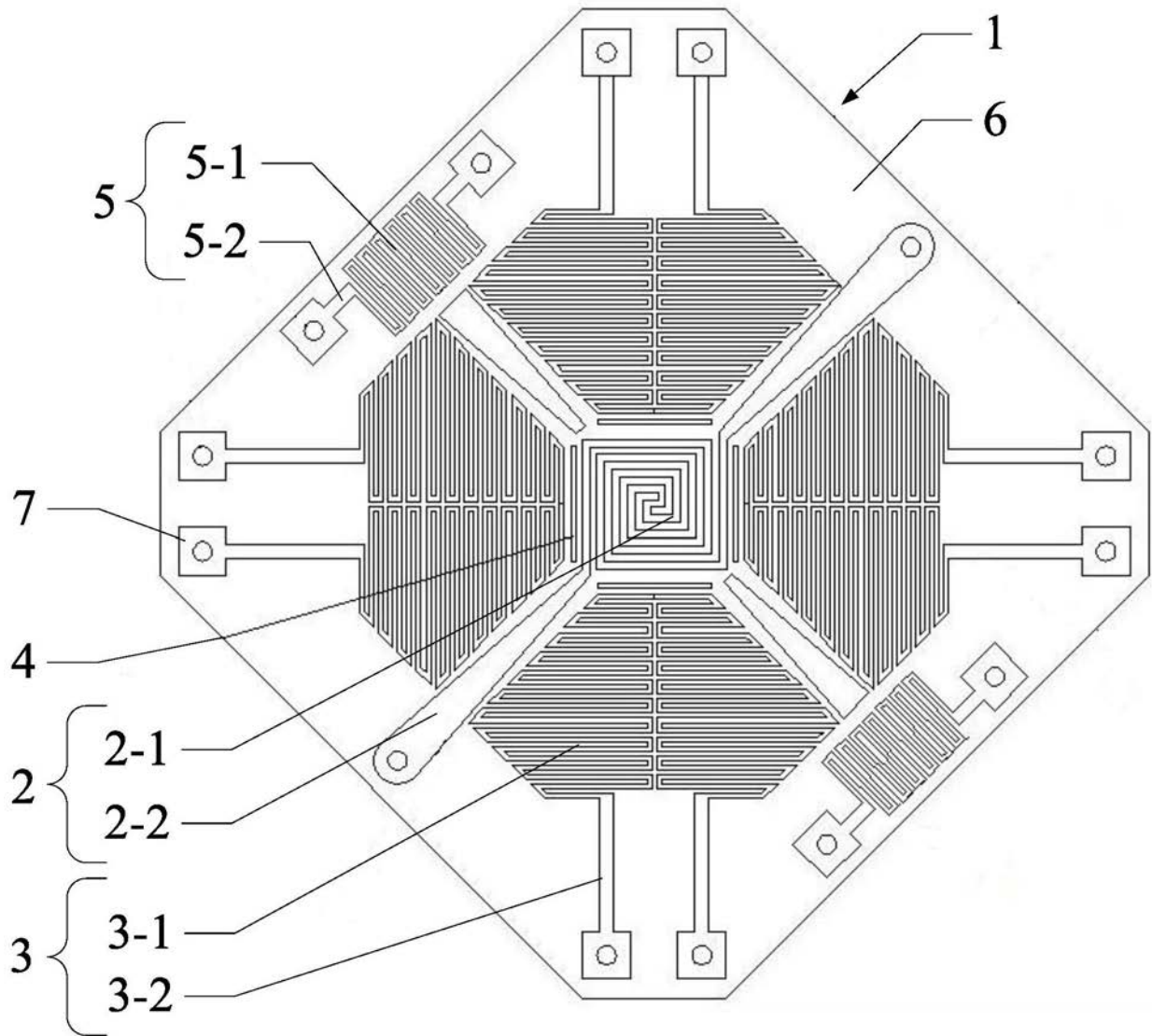


图1

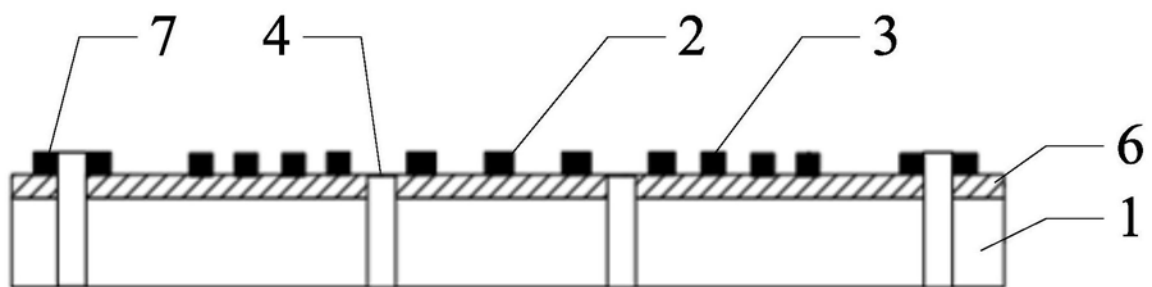


图2

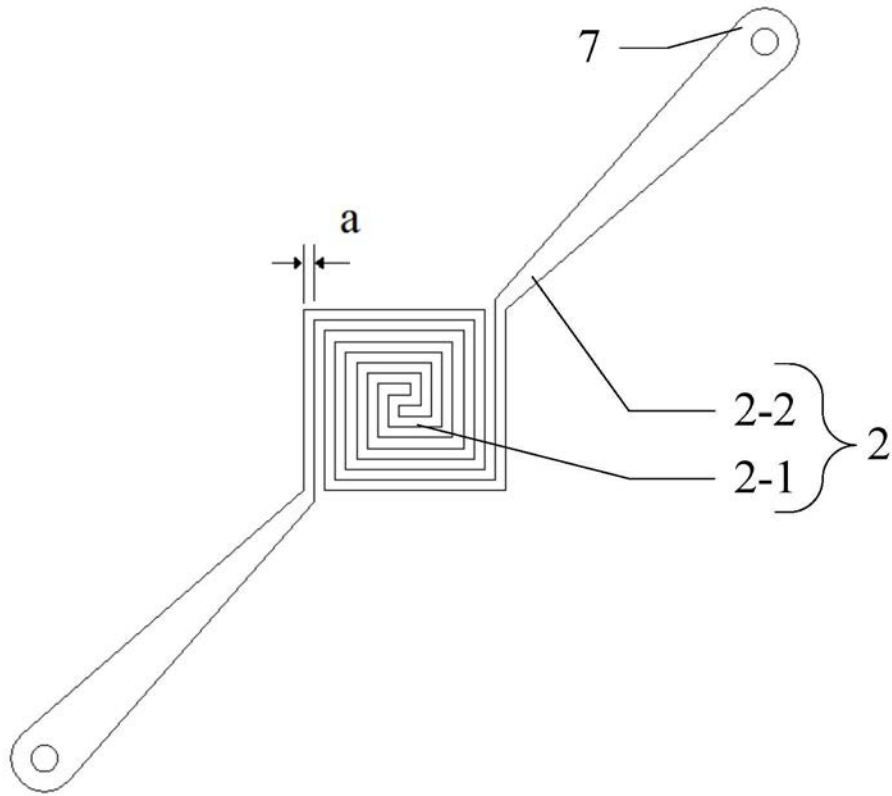


图3

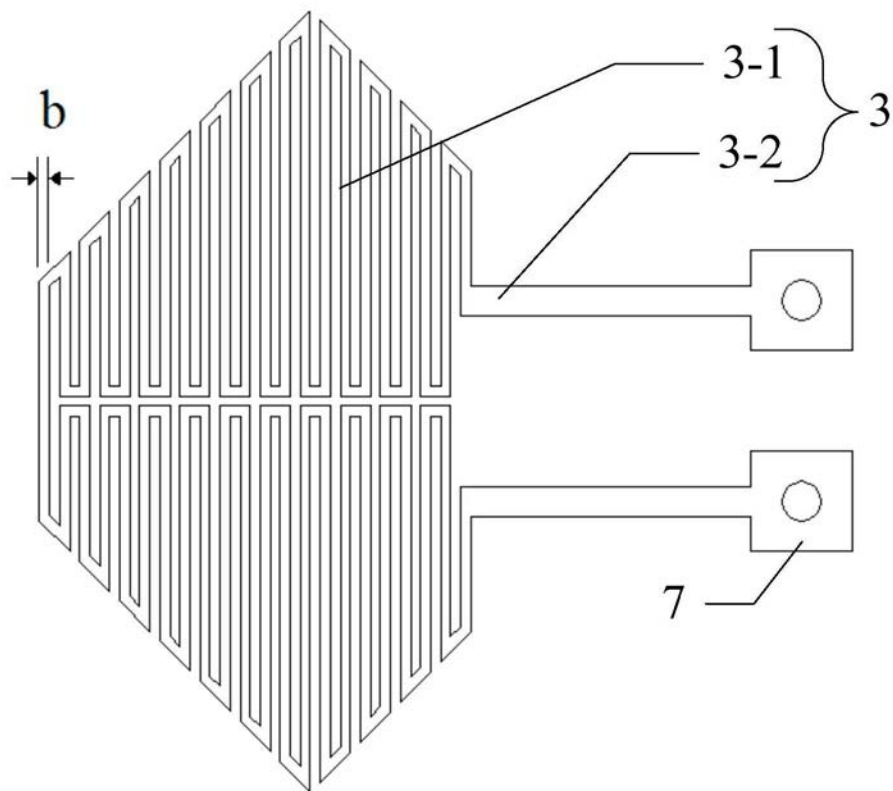


图4

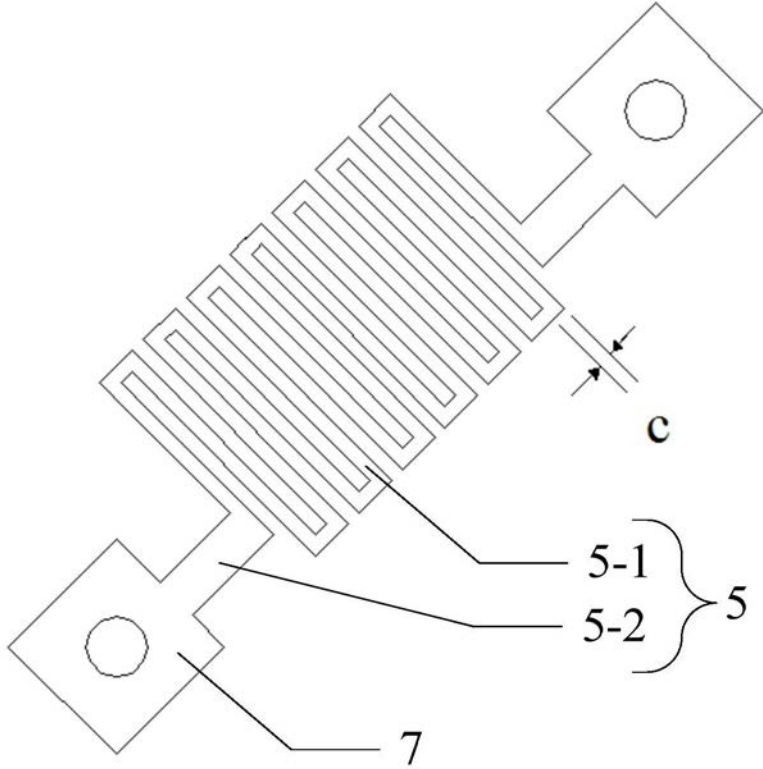


图5