



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102218594 A

(43) 申请公布日 2011. 10. 19

(21) 申请号 201110172004. 4

(22) 申请日 2011. 06. 24

(71) 申请人 武汉理工大学

地址 430071 湖北省武汉市洪山区珞狮路
122 号

(72) 发明人 沈强 张建 罗国强 李美娟
张联盟

(74) 专利代理机构 湖北武汉永嘉专利代理有限
公司 42102

代理人 王守仁

(51) Int. Cl.

B23K 20/14 (2006. 01)

B23K 20/24 (2006. 01)

B23K 20/22 (2006. 01)

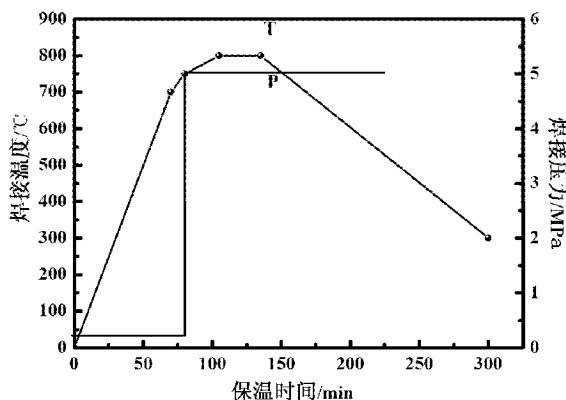
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 2 页

(54) 发明名称

钼合金与铜合金的低温扩散焊接方法

(57) 摘要

本发明是一种钼合金与铜合金的低温扩散焊接方法,该方法包括如下步骤:(1) 工件表面清理步骤:将钼合金片、铜合金片加工到规定尺寸,除去它们待焊面的氧化层;(2) 工件组装步骤:将中间层-镍箔置于钼合金片与铜合金片之间,在模具上压头和下压头上分别喷涂一层阻焊层,构造被焊接工件;(3) 工件装卡入炉焊接步骤:将被焊接工件放入真空扩散焊接炉内,加热、保温,当保温开始前对被焊接工件施加轴向压力,保温结束后卸除压力。本发明能够实现钼合金与铜合金的高质量焊接,适合不同种类的钼合金和铜合金之间的可靠焊接,特别适用于钼合金薄板与铜合金薄板的焊接,焊接接头抗拉强度达到 97MPa,并且操作简便,成本低,焊件平面性好。



1. 钼合金与铜合金的低温扩散焊接方法,其特征是采用包括以下步骤的方法:

(1) 工件表面清理步骤:

采用平面磨的机械方法将钼合金片、铜合金片加工到规定的几何尺寸,加工后的平行度优于 0.05mm,用砂纸逐级打磨光滑,除去氧化层,用丙酮或乙醇超声清洗 1 ~ 10min 后转入丙酮或乙醇中存放;

(2) 工件组装步骤:

按照自下而上顺序组装,在模具下压头上喷涂陶瓷阻焊层,铜合金片放置于陶瓷阻焊层上,然后放置镍箔,在镍箔上放置钼合金片,在模具上压头上喷涂起阻焊作用的陶瓷阻焊层,往上是模具上压头,形成组装好的工件;

(3) 工件装卡入炉焊接步骤:

将组装好的工件套上模具外套后放在真空压力焊机的下压头上面,置于真空扩散焊接炉内的上压头和下压头之间,关闭真空室门,抽真空;当真空度优于 1.0×10^{-2} Pa 时,开始加热,加热至 $730^{\circ}\text{C} \sim 850^{\circ}\text{C}$,保温 10min ~ 60min,实施真空扩散焊接;在保温开始前对被焊接工件施加 5MPa 轴向压力,保温结束之后完全卸除压力;炉冷却后取出工件;

经过上述步骤后,实现对工件即钼合金与铜合金的低温扩散焊接。

2. 如权利要求 1 所述的钼合金与铜合金的低温扩散焊接方法,其特征在于:所述钼合金片为 Mo1 钼合金或 Mo2 钼合金。

3. 如权利要求 1 所述的钼合金与铜合金的低温扩散焊接方法,其特征在于:所述铜合金片为无氧铜或黄铜或青铜。

4. 如权利要求 1 所述的钼合金与铜合金的低温扩散焊接方法,其特征在于:所述镍箔为 N2、N4 或 N6 镍箔,厚度为 $10 \sim 30 \mu\text{m}$ 。

5. 如权利要求 1 所述的钼合金与铜合金的低温扩散焊接方法,其特征在于:在真空扩散焊接过程中,加热时,先按 $5^{\circ}\text{C} \sim 10^{\circ}\text{C} / \text{min}$ 的升温速率升温至 $630^{\circ}\text{C} \sim 750^{\circ}\text{C}$,然后以 $2^{\circ}\text{C} \sim 5^{\circ}\text{C} / \text{min}$ 的升温速率升温至 $730^{\circ}\text{C} \sim 850^{\circ}\text{C}$ 。

钼合金与铜合金的低温扩散焊接方法

技术领域

[0001] 本发明涉及异种合金的扩散焊接方法,具体涉及一种钼合金与铜合金的焊接方法,特别适合钼合金与铜合金的低温扩散焊接。

背景技术

[0002] 钼是一种难熔金属,高温比强度大,线胀系数小,热稳定性好,导电性、导热性优良,常用于高、新科技领域之中。铜合金具有优良的导电性、导热性、耐腐蚀性、延展性及一定的强度,在电气、电子、化工、交通及航天、兵器等工业中获得了广泛的应用。钼-铜与钨-铜相比,质量小,加工较容易,其线胀系数、导热系数及一些主要力学性能与钨-铜相当;其耐热性能虽不及钨-铜,但比目前一些耐热材料要好,因其耐热性能和足够的高温强度可以制成重返大气层飞行器的前挡热板。钼-铜是无磁性的,对于既要求线膨胀系数匹配又要求无磁的器件,如振弦式压力传感器、磁控管、低噪声行波管等得到应用。因此,实现钼合金与铜合金的优质焊接,不仅具有学术价值,更是为相关的工业生产开辟切实可行的道路。

[0003] 扩散焊接是压焊的一种,属于固态焊接技术,能实现熔焊方法不能焊接的异种材料的焊接,特别适用于异种金属和合金的焊接。

[0004] 钼和铜异种金属焊接的技术难度非常大,由于液态铜和钼相互之间不能溶解,因此用熔焊方法焊接铜和钼时不易获得满意的焊接接头。且铜和钼熔点差异较大,线胀系数相差悬殊,化学成分有很大差别,严重影响焊接接头的性能。

发明内容

[0005] 本发明所要解决的技术问题是:提供一种钼合金与铜合金的低温扩散焊接方法,采用真空扩散焊接技术,添加镍箔作中间层,实现钼合金与铜合金之间的可靠连接,特别适用于钼合金薄板与铜合金薄板的扩散焊接。

[0006] 本发明解决其技术问题采用以下的技术方案:

本发明提供的钼合金与铜合金的低温扩散焊接方法,具体是采用包括以下步骤的方法:

(1) 工件表面清理步骤:

采用平面磨的机械方法将钼合金片、铜合金片加工到规定的几何尺寸,加工后的平行度优于 0.05mm,用砂纸逐级打磨光滑,除去氧化层,用丙酮或乙醇超声清洗 1~10min 后转入丙酮或乙醇中存放;

(2) 工件组装步骤:

按照自下而上顺序组装,在模具下压头上喷涂陶瓷阻焊层,铜合金片放置于陶瓷阻焊层上,然后放置镍箔,在镍箔上放置钼合金片,在模具上压头上喷涂起阻焊作用的陶瓷阻焊层,往上为模具上压头,形成组装好的工件;

(3) 工件装卡入炉焊接步骤:

将组装好的工件套上模具外套后放在真空压力焊机的下压头上面,置于真空扩散焊接

炉内的上压头和下压头之间,关闭真空室门,抽真空;当真空度优于 1.0×10^{-2} Pa 时,开始加热,加热至 $730^{\circ}\text{C} \sim 850^{\circ}\text{C}$,保温 $10\text{min} \sim 60\text{min}$,实施真空扩散焊接;在保温开始前对被焊接工件施加 5MPa 轴向压力,保温结束之后完全卸除压力;炉冷却后取出工件;

经过上述步骤后,实现对工件即钼合金与铜合金的低温扩散焊接。

[0007] 所述钼合金片可以为 Mo1 钼合金或 Mo2 钼合金。

[0008] 所述铜合金片可以为无氧铜或黄铜或青铜。

[0009] 所述镍箔可以为 N2、N4 或 N6 镍箔,厚度为 $10 \sim 30\mu\text{m}$ 。

[0010] 在真空扩散焊接过程中,加热时,先按 $5^{\circ}\text{C} \sim 10^{\circ}\text{C} / \text{min}$ 的升温速率升温至 $630^{\circ}\text{C} \sim 750^{\circ}\text{C}$,然后以 $2^{\circ}\text{C} \sim 5^{\circ}\text{C} / \text{min}$ 的升温速率升温至 $730^{\circ}\text{C} \sim 850^{\circ}\text{C}$ 。

[0011] 本发明与现有技术相比具有以下的主要的优点:

1. 利用真空扩散焊接的方法实现了钼合金和铜合金的可靠焊接,特点是添加镍箔作中间层,在高真空下加热,在焊接压力的作用下使钼和铜表面发生塑性变形,实现原子之间的相互扩散结合,形成钼-镍-铜扩散连接接头。镍与铜无限互溶,镍与钼可以有限互溶,故可以形成强度较大的焊接接头;镍具有良好的塑性,屈服极限较低,热膨胀系数介于钼和铜之间,因此可以有效缓解接头内应力,焊接接头抗拉强度达到 97MPa ,高于直接扩散焊接强度。

[0012] 2. 利用本发明的制备方法,可以实现多种钼、铜合金的高强度连接,平面度优于 0.05mm ,平行度优于 0.1mm ,断口连接紧密,焊件平面性好,扩散焊接接头的接头抗拉强度达到 97MPa ,特别适用于钼合金薄板与铜合金薄板的焊接。

[0013] 3. 操作简便、成本低、适用性强、便于推广应用。

附图说明

[0014] 图 1 是本发明钼合金与铜合金的低温扩散焊接工艺的示意图。

[0015] 图 2 是本发明在焊接温度 800°C ,保温时间 30min ,焊接压力 5MPa 下扩散焊接钼合金和铜合金的连接界面的显微结构。

[0016] 图 3 为图 2 所示线扫描图。

[0017] 图 4 是本发明 Mo1 钼合金片与无氧铜添加 N2 镍箔扩散焊接接头抗拉强度随温度变化关系图。

[0018] 图 5 是本发明装配示意图。

[0019] 图中:1. WC 上压头;2. 钼合金片;3. 镍箔;4. 铜合金片;5. 陶瓷阻焊层;6. WC 下压头;7. 真空压焊机上压头;8. 真空压焊机下压头;9. WC 外套。

具体实施方式

[0020] 下面结合实施例及附图对本发明作进一步说明,但并不局限于下面所述内容。

[0021] 实施例 1:

将钼合金片与铜合金片进行扩散连接,其中:钼合金片为 Mo1 钼合金片,铜合金片为无氧铜片。扩散连接工艺条件是:焊接温度 800°C ,保温时间 30min ,焊接压力 5MPa 。

[0022] 参见图 1:将钼合金片 2 与铜合金片 4 进行扩散连接的具体步骤如下:

1. 焊前准备:

中间层材料为厚 10 μ m 的 N2 镍箔,用丙酮溶液超声清洗 10min。用平面磨床将钼合金片和铜合金片加工出平行度优于 0.05mm 的薄片,焊前用 1000#、1200# 和 05、06 号金相砂纸打磨圆薄片的待焊接面,用丙酮溶液超声清洗 10min。

[0023] 2. 按照自下而上顺序组装:

在模具下压头 6 上喷涂陶瓷阻焊层 5,依次放置铜合金片 4、镍箔 3、钼合金片 2,在模具上压头 1 上喷涂陶瓷阻焊层 5,往上是模具上压头 1,形成组装好的工件。

[0024] 3. 工件装卡入炉焊接:

将工件套上模具外套后放在真空压力焊机的下压头 8 和真空压焊机的上压头 7 之间。然后在真空度优于 1.0×10^{-2} Pa 的条件下,对被焊工件升温;按 10 $^{\circ}$ C/min 的升温速率升温至 700 $^{\circ}$ C,然后以 5 $^{\circ}$ C/min 升至 750 $^{\circ}$ C,再以 2 $^{\circ}$ C/min 升至 800 $^{\circ}$ C,保温 30min,当温度升至 750 $^{\circ}$ C 时施加 5MPa 轴向压力,保温结束之后完全卸除压力;随炉冷却,取出扩散连接后的钼合金片 2 与铜合金片 4。

[0025] 由图 2 和图 3 可知:得到的钼合金片 2/铜合金片 4 结合紧密,元素相互扩散充分。

[0026] 由图 4 可知:得到的钼合金片 2/铜合金片 4 结合紧密,接头抗拉强度达到 97MPa。

[0027] 实施例 2:

将钼合金片与铜合金片进行扩散连接,其中:钼合金片为 Mo1 钼合金片,铜合金片为无氧铜片。扩散连接工艺条件是:焊接温度 850 $^{\circ}$ C,保温时间 30min,焊接压力 5MPa。

[0028] 将钼合金片 2 与铜合金片 4 进行扩散连接的具体步骤如下:

1. 焊前准备:

中间层材料为厚 20 μ m 的 N4 镍箔,用丙酮溶液超声清洗 10min。用平面磨床将钼合金片和铜合金片加工出平行度优于 0.05mm 的薄片,焊前用 1000#、1200# 和 05、06 号金相砂纸打磨圆薄片的待焊接面,用丙酮溶液超声清洗 10min。

[0029] 2. 按照自下而上顺序组装:

在模具下压头 6 上喷涂陶瓷阻焊层 5,依次放置铜合金片 4、镍箔 3、钼合金片 2,在模具上压头 1 上喷涂陶瓷阻焊层 5,往上是模具上压头 1,形成组装好的工件。

[0030] 3. 工件装卡入炉焊接:

将工件套上模具外套后放在真空压力焊机的下压头 8 和真空压焊机的上压头 7 之间。然后在真空度优于 1.0×10^{-2} Pa 的条件下,对被焊工件升温;按 10 $^{\circ}$ C/min 的升温速率升温至 750 $^{\circ}$ C,然后以 5 $^{\circ}$ C/min 升至 800 $^{\circ}$ C,再以 2 $^{\circ}$ C/min 升至 850 $^{\circ}$ C,保温 30min,当温度升至 800 $^{\circ}$ C 时施加 5MPa 轴向压力,保温结束之后完全卸除压力;随炉冷却。得到的钼/铜片结合紧密,平行性好,接头抗拉强度达到 42MPa。

[0031] 实施例 3:

将钼合金片与铜合金片进行扩散连接,其中:钼合金片为 Mo2 钼合金片,铜合金片为黄铜片。扩散连接工艺条件是:焊接温度 730 $^{\circ}$ C,保温时间 60min,焊接压力 5MPa。

[0032] 将钼合金片 2 与铜合金片 4 进行扩散连接的具体步骤如下:

1. 焊前准备:

中间层材料为厚 30 μ m 的 N6 镍箔,用丙酮溶液超声清洗 10min。将钼合金片与铜合金片用丙酮溶液超声清洗 10min。用平面磨床将钼合金片和铜合金片加工出平行度优于 0.05mm 的薄片,焊前用 1000#、1200# 和 05、06 号金相砂纸打磨圆薄片的待焊接面,用丙酮溶液超声

清洗 10min。

[0033] 2. 按照自下而上顺序组装：

在模具下压头 6 上喷涂陶瓷阻焊层 5,依次放置铜合金片 4、镍箔 3、钼合金片 2,在模具上压头 1 上喷涂陶瓷阻焊层 5,往上是模具上压头 1,形成组装好的工件。

[0034] 3. 工件装卡入炉焊接：

将工件套上模具外套后放在真空压力焊机的下压头 8 和真空压焊机的上压头 7 之间。然后在真空度优于 1.0×10^{-2} Pa 的条件下,对被焊工件升温;按 $10^\circ\text{C}/\text{min}$ 的升温速率升温至 630°C ,然后以 $5^\circ\text{C}/\text{min}$ 升至 680°C ,再以 $2^\circ\text{C}/\text{min}$ 升至 730°C ,保温 60min,当温度升至 800°C 时施加 5MPa 轴向压力,保温结束之后完全卸除压力;随炉冷却。得到的钼/铜片结合紧密,平行性好,接头抗拉强度达到 66MPa。

[0035] 实施例 4：

将钼合金片与铜合金片进行扩散连接,其中:钼合金片为 Mo1 钼合金片,铜合金片为黄铜片。扩散连接工艺条件是:焊接温度 750°C ,保温时间 40min,焊接压力 5MPa。

[0036] 将钼合金片 2 与铜合金片 4 进行扩散连接的具体步骤如下：

1. 焊前准备：

中间层材料为厚 $15\mu\text{m}$ 的 N2 镍箔,用丙酮溶液超声清洗 10min。用平面磨床将钼合金片和铜合金片加工出平行度优于 0.05mm 的薄片,焊前用 1000#、1200# 和 05、06 号金相砂纸打磨圆薄片的待焊接面,用丙酮溶液超声清洗 10min。

[0037] 2. 按照自下而上顺序组装：

在模具下压头 6 上喷涂陶瓷阻焊层 5,依次放置铜合金片 4、镍箔 3、钼合金片 2,在模具上压头 1 上喷涂陶瓷阻焊层 5,往上是模具上压头 1,形成组装好的工件。

[0038] 3. 工件装卡入炉焊接：

将工件套上模具外套后放在真空压力焊机的下压头 8 和真空压焊机的上压头 7 之间。然后在真空度优于 1.0×10^{-2} Pa 的条件下,对被焊工件升温;按 $10^\circ\text{C}/\text{min}$ 的升温速率升温至 650°C ,然后以 $5^\circ\text{C}/\text{min}$ 升至 700°C ,再以 $2^\circ\text{C}/\text{min}$ 升至 750°C ,保温 40min,当温度升至 750°C 时施加 5MPa 轴向压力,保温结束之后完全卸除压力;随炉冷却。得到的钼/铜片结合紧密,平行性好,接头抗拉强度达到 70MPa。

[0039] 实施例 5：

将钼合金片与铜合金片进行扩散连接,其中:钼合金为 Mo2 钼合金片,铜合金片为青铜片。扩散连接工艺条件是:焊接温度 830°C ,保温时间 10min,焊接压力 5MPa。

[0040] 将钼合金片 2 与铜合金片 4 进行扩散连接的具体步骤如下：

1. 焊前准备：

中间层材料为厚 $30\mu\text{m}$ 的 N6 镍箔 3,用丙酮溶液超声清洗 10min。用平面磨床将钼合金片和铜合金片加工出平行度优于 0.05mm 的薄片,焊前用 1000#、1200# 和 05、06 号金相砂纸打磨圆薄片的待焊接面,用丙酮溶液超声清洗 10min。

[0041] 2. 按照自下而上顺序组装：

在模具下压头 6 上喷涂陶瓷阻焊层 5,依次放置铜合金片 4、镍箔 3、钼合金片 2,在模具上压头 1 上喷涂陶瓷阻焊层 5,往上是模具上压头 1,形成组装好的工件。

[0042] 3. 工件装卡入炉焊接：

将工件套上模具外套后放在真空压力焊机的下压头 8 和真空压焊机的上压头 7 之间。然后在真空度优于 $1.0 \times 10^{-2} \text{Pa}$ 的条件下,对被焊工件升温;按 $10^\circ\text{C}/\text{min}$ 的升温速率升温至 730°C ,然后以 $5^\circ\text{C}/\text{min}$ 升至 780°C ,再以 $2^\circ\text{C}/\text{min}$ 升至 830°C ,保温 10min,当温度升至 830°C 时施加 5MPa 轴向压力,保温结束之后完全卸除压力;随炉冷却。得到的钼/铜片结合紧密,平行性好,接头抗拉强度达到 62MPa。

[0043] 上述实施例中,所述图 1、图 2、图 3、图 4 与实施例 1 中类似。

[0044] 上述实施例中,所述丙酮可以由乙醇替换。

[0045] 上述实施例中,所述陶瓷阻焊层 BN 陶瓷阻焊层。

[0046] 上述实施例中,所述装配示意图如图 5 所示,由 WC 上压头 1、WC 下压头 6、WC 外套 9 组成,其中:将待焊件置于 WC 上压头 1、WC 下压头 6 之间,所述待焊件为铜合金片 4、镍箔 3 和钼合金片 2。所述 WC 上压头 1、WC 下压头 6 的外围分别由一个 WC 外套 9 套住,以保证待焊件对齐,并接触紧密。

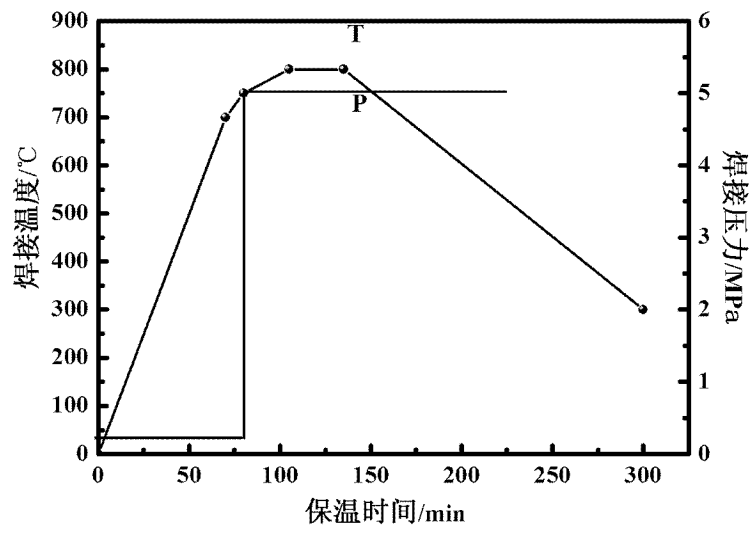


图 1

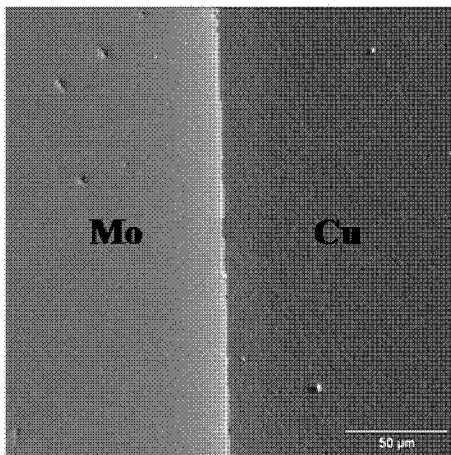


图 2

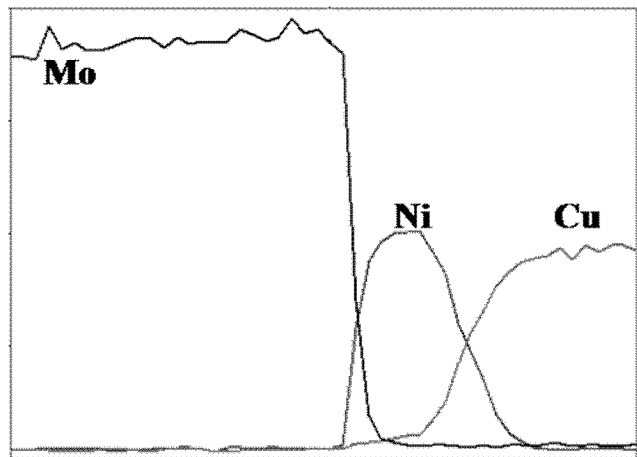


图 3

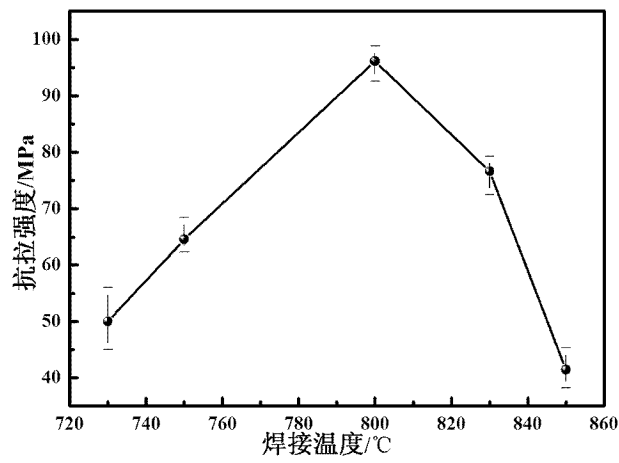


图 4

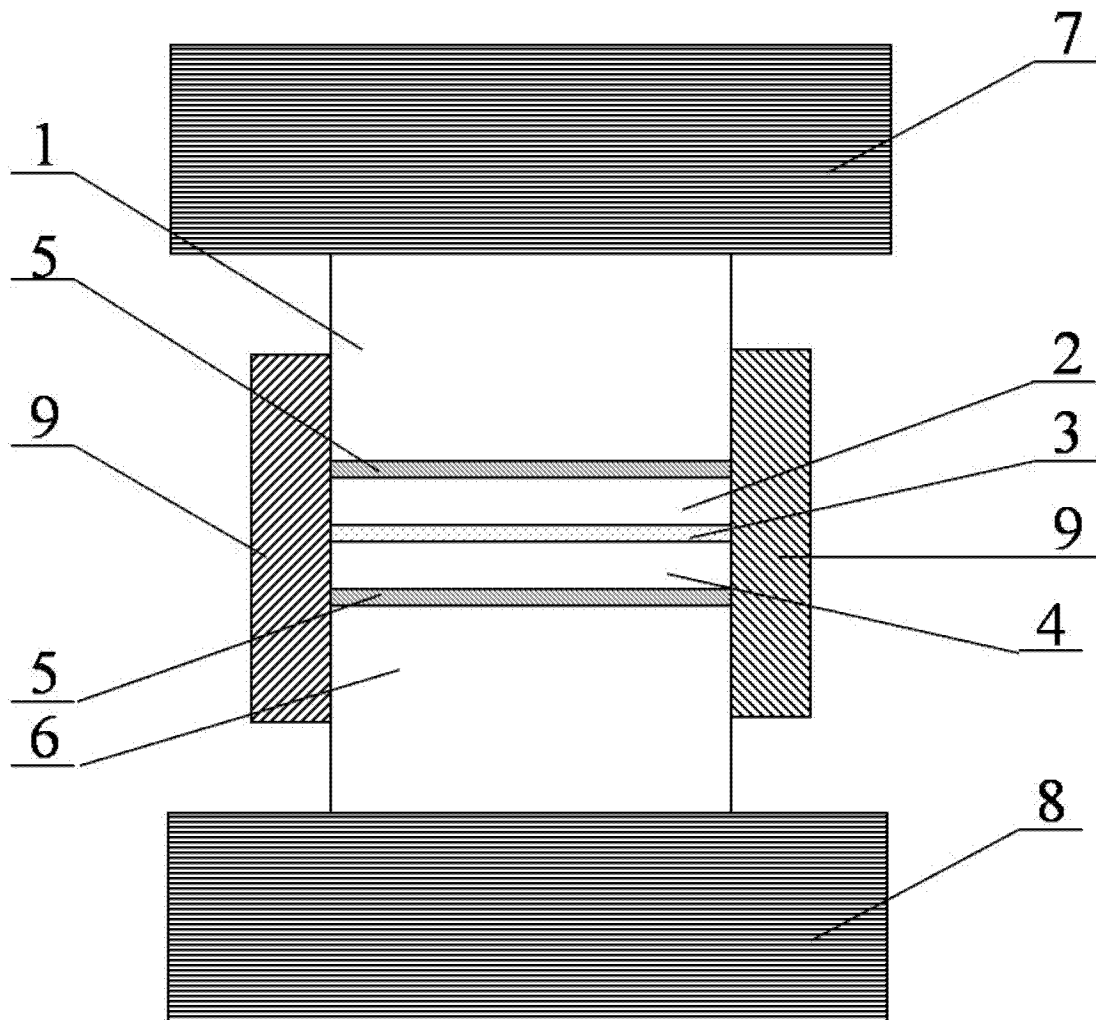


图 5