

一种焊接类溅射靶材中气孔的检测方法

技术领域

本申请属于靶材加工技术领域，涉及一种靶材的检测方法，例如涉及一种焊接类溅射靶材中气孔的检测方法。

背景技术

在半导体工业领域，对于溅射靶材产品的制造工艺，通常将复合溅射靶材性能的靶材与背板焊接成型，然后再经过粗加工、精加工等工艺，最后加工成尺寸合格的溅射靶材产品。

对于金属与金属之间的焊接存在着焊缝中气孔率难以控制的问题，由于在熔炼阶段往往采取了各种授权使得吸收的氢不能形成气孔，而以 H 原子的形式存在于材料中。当焊接时，焊缝处高温给 H 原子足够的能量扩散到一起形成气孔，同时由于焊缝处的温度升高，氢的溶解度急剧上升，焊缝周围热影响区内 H 原子也会向焊缝中扩散，此外，外界的水、有机物等分解出的氢也会被焊缝吸收，因此焊缝内的气孔率极难控制。

同时，溅射靶材一般都是在非常恶劣的环境之下工作。首先，其工作温度高达 300-400℃，其次，靶材组件的一侧充以冷却水强冷，另一侧则处在 10^{-9} Pa 高真空下，因此在两侧形成了一个巨大的压力差，如果焊缝存在较大或者较多的气孔，则由于气孔的隔热作用使得气孔周围温度急剧上升，明显高于周边区域，有可能导致焊缝开裂。此外，如果焊缝中气孔较多形成通孔，则水会在压力差作用下渗透到另一侧，损害溅射设备，因此需要减少焊缝中的气孔，并对焊缝中可能存在的气孔进行检测。

CN 101195183 A 公开了一种超声波辅助激光钎焊的方法，该方法利用激光

钎焊低熔点镀层金属或激光钎焊异种金属，同时在即将凝固的焊缝区域内施加高频率的哨声波，从而实现减少或避免气孔的产生、降低了焊接的成本。CN 1962153 A 公开了一种真空电子束焊接的方法，所述真空电子束焊接的方法在于在施行完第一次真空电子束焊接后进行真空保温，促使热影响区的 H 原子大部分富集于焊缝并形成气孔，再施行第二次真空电子束焊接去除气孔，同时，对焊接完毕的靶材组件进行急冷淬火防止少量剩余的 H 原子扩散形成气孔。但焊接完成后还需要对焊缝进行检测，否则难以排除存在气孔带来的风险。

CN 101629912 A 公开了一种钛钢复合板设备钛焊缝可靠性检测方法，该检测方法利用无损检测方法，所述无损检测方法包括常规的外观检验、铁污染实验、肥皂泡检验、氦渗漏检验、渗透探伤、耐压试验以及热气循环试验等 7 中，其中外观检验、铁污染实验、肥皂泡检验可以目视检测较大的焊接缺陷；渗透探伤、氦渗漏检测可以检测微小的贯穿性气孔、裂纹及未熔合等缺陷；热气循环试验可以检测焊缝在高温下的可靠性；耐压试验可以发现焊缝的泄露。但该检测方法中使用渗透探伤以及氦渗漏检测气孔，成本较高，且检测效率较低。

CN 110398537 A 公开了一种超声波检测过程中铝合金焊缝缺陷类型的判定方法，包括如下步骤：（1）对气孔、裂纹、未焊透、夹渣等四种铝合金缺陷，分别经过多次检测，绘制出每一种缺陷类型对应的检测过程中波形的动态变化标准图，作为超声波检测铝合金焊缝缺陷波形变化规律的参考特征图集；（2）检测待测铝合金焊缝缺陷位于待测铝合金本体的位置，作为待测目标焊缝缺陷，从缺陷的左右两个方向对目标焊缝缺陷进行探测，得到目标焊缝缺陷的反射波形；（3）对比步骤（2）反射波形与步骤（1）中的波形动态变化标准图，得到相似度数据，从而判断缺陷类型。但超声波检测不易检查形状复杂的工件，要

求被检查表面有一定的光洁度，并需有耦合剂充填满探头和被检查表面之间的空隙，以保证充分的声耦合。对有些粗晶粒的铸件和焊缝，因易产生杂乱反射波而较难应用。

CN 103234990 A 公开了一种焊缝中气孔形态及分布的无损检测新方法，该方法采用新型的 Nano-CT 断层成像系统对焊件进行检测，采用 X 射线源对焊接构建进行 360°扫描，当 X 射线穿透焊件时会有一定程度的衰减，而穿过焊缝中气孔的 X 射线能量衰减会明显低于周围射线，用平板探测器接收到不同程度衰减的投射能量，从而得到多组断层扫描图像，然后对多组断层数据进行三维重构，得到焊缝中气孔缺陷的三维检测图像。但该检测需要 X 射线发生设备，成本较高；而且，使用 X 射线进行探伤，不利于操作人员的人身健康。

发明内容

以下是对本文详细描述的主题的概述。本概述并非是为了限制权利要求的保护范围。

本申请的目的在于提供一种焊接类溅射靶材中气孔的检测方法，所述检测方法操作简单、成本低廉，利用图像对比即可分辨直径低至 0.01mm 的气孔，检测过程简便，且成本低，能够以较低的成本与较高的效率保证溅射靶材中气孔的检测效果。

为达到此目的，本申请采用以下技术方案：

本申请提供了一种焊接类溅射靶材中气孔的检测方法，所述检测方法包括如下步骤：

(1) 红光照射下分别得到存在气孔的焊接靶材与不存在气孔的焊接靶材的图像，作为红光检测焊接靶材气孔分布的参考特征图集；

(2) 记录待检测焊接靶材在红光照射下的图像，并与步骤(1)所得参考特征图集进行对比，从而得到待检测靶材焊缝中的气孔分布情况。

红光具有较长的波长，具有良好的穿透性。使用红光对焊接靶材进行照射，焊接靶材存在气孔与不存在气孔处的图像存在不同的明暗情况。通过建立参考特征图集，将待检测焊接靶材在红光照射下的检测图像与参考特征图集进行对比，从而快速地得到待检测靶材中气孔的分布情况。

本申请所述红光照射下得到存在气孔的焊接靶材的图像包括得到存在不同尺寸气孔的焊接靶材的图像，通过丰富参考特征图集，提高了待检测焊接靶材的检测准确度与灵敏度。

本申请中，步骤(1)所述红光和步骤(2)所述红光各自独立地选择例如波长、功率等。

可选地，步骤(1)所述红光的波长为 622-770nm，例如可以是 622nm、630nm、640nm、650nm、660nm、670nm、680nm、690nm、700nm、710nm、720nm、730nm、740nm、750nm、760nm 或 770nm，但不限于所列举的数值，数值范围内其它未列举的数值同样适用，可选为 640-700nm。

可选地，步骤(2)所述红光的波长为 622-770nm，例如可以是 622nm、630nm、640nm、650nm、660nm、670nm、680nm、690nm、700nm、710nm、720nm、730nm、740nm、750nm、760nm 或 770nm，但不限于所列举的数值，数值范围内其它未列举的数值同样适用，可选为 640-700nm。

可选地，步骤(1)所述红光与步骤(2)所述红光的波长相同。

本申请对所述红光的功率不做过多限定，红光功率越高，光强越大，图像的分辨率意见检测的准确性越高，但成本增加。综合考虑准确性与检测成本，

所述红光的功率可在 10-200W 范围内进行选择,例如可以是 10W、12W、15W、18W、24W、50W、60W、70W、80W、100W、120W、150W 或 200W,但不限于所列举的数值,数值范围内其它未列举的数值同样适用。

本申请通过使得到参考特征图集的红光波长与检测待检测焊接靶材的波长一致,提高了检测的准确性与灵敏度。

可选地,步骤(1)所述得到焊接靶材的图像为得到焊接靶材的焊缝图像和/或焊接靶材的焊接面图像。

可选地,步骤(2)所述记录待检测焊接靶材在红光照射下的图像为记录焊接靶材焊缝和/或焊接靶材焊接面在红光照射下的图像。

本申请所述检测方法不仅能够对焊接靶材的焊缝中气孔进行检测,还能够对焊接靶材的焊接面中的气孔进行检测,检测方法简单易行。

可选地步骤(2)所述记录待检测焊接靶材在红光照射下的图像为待检测靶材绕中心轴旋转 360°过程中,边旋转边记录红光照射下的图像。

可选地,待检测焊接靶材的旋转速度 8-12°/s,例如可以是 8°/s、9°/s、10°/s、11°/s 或 12°/s,但不限于所列举的数值,数值范围内其他未列举的数值同样适用;记录红光照射下图像的频率为 1-3 次/s,例如可以是 1 次/s、2 次/s 或 3 次/s。

可选地,本申请所述记录待检测焊接靶材在红光照射下的图像,包括对同一处检测位置的图像重复记录 1-5 次,通过重复记录,提高了检测的准确性。

本申请步骤(2)所述记录包括使用用于检测光线明暗程度的探头进行记录检测和/或使用相机进行检测。

可选地,步骤(2)所述记录待检测焊缝靶材图像过程中还存在每旋转 8-12°,旋转停顿至少 1s,以使用相机对红光照射区域进行拍照的步骤。

本申请所述停顿的时间至少为 1s，例如可以是 1s、2s、3s、4s、5s、6s 或 10s，但不限于所列举的数值，数值范围内其它未列举的数值同样适用。相机为了记录较为清晰的红光照射区域照片需要较长的拍摄时间，靶材旋转过程中进行拍摄不利于得到清晰图片。同样的，停顿时间较短不利于得到清晰照片；停顿时间较长不利于提高检测效率。

作为本申请所述检测方法的可选技术方案，所述检测方法包括如下步骤：

(1) 622-770nm 波长红光照射下分别得到存在气孔的焊接靶材与不存在气孔的焊接靶材的图像，作为红光检测焊接靶材气孔分布的参考特征图集；

(2) 待检测靶材绕中心轴旋转 360°过程中，边旋转边记录 622-770nm 波长红光照射下的图像，旋转速度 8-12°/s，记录红光照射下图像的频率为 1-3 次/s，同时每旋转 8-12°，旋转停顿至少 1s，以使用相机对红光照射区域进行拍照，从而得到待检测靶材焊缝中的气孔分布情况。

相对于现有技术，本申请具有以下有益效果：

(1) 本申请利用穿透性强的红光对焊接靶材组件进行检测，检测成本低，且操作简单、安全；

(2) 本申请提供的检测方法不仅能够对焊缝内的气孔进行检测，还能够对靶材溅射面可能存在的气孔进行检测，气孔检测限低至 0.01mm。

在阅读并理解了详细描述和附图后，可以明白其他方面。

附图说明

图 1 为本申请提供的焊接类溅射靶材中气孔的检测方法对焊接类溅射靶材进行检测的示意图。

具体实施方式

下面通过具体实施方式来进一步说明本申请的技术方案。本领域技术人员应该明了，所述实施例仅仅是帮助理解本申请，不应视为对本申请的具体限制，为了检测一致性，本申请实施例中红光由功率为 50W 的红光灯产生。

实施例 1

本实施例提供了一种焊接类溅射靶材中气孔的检测方法，利用所述检测方法进行检测的示意图如图 1 所示，包括如下步骤：

(1) 680nm 波长红光照射下分别得到存在气孔的焊接靶材与不存在气孔的焊接靶材的图像，作为红光检测焊接靶材气孔分布的参考特征图集；其中，得到存在气孔的焊接靶材的图像包括得到存在不同尺寸气孔的焊接靶材的图像，不同尺寸气孔的直径最小为 0.01mm；

(2) 待检测靶材绕中心轴旋转 360°过程中，边旋转边记录 680nm 波长红光照射下的图像，旋转速度 10°/s，记录红光照射下图像的频率为 2 次/s，同时每旋转 10°，旋转停顿 2s，以使用相机对红光照射区域进行拍照，通过将记录图像与拍照图像与步骤 (1) 所得参考特征图集进行对比，得到待检测靶材焊缝中的气孔分布情况。

所述检测方法能够检出直径 $\geq 0.01\text{mm}$ 的气孔。

实施例 2

本实施例提供了一种焊接类溅射靶材中气孔的检测方法，包括如下步骤：

(1) 640nm 波长红光照射下分别得到存在气孔的焊接靶材与不存在气孔的焊接靶材的图像，作为红光检测焊接靶材气孔分布的参考特征图集；其中，得到存在气孔的焊接靶材的图像包括得到存在不同尺寸气孔的焊接靶材的图像，不同尺寸气孔的直径最小为 0.01mm；

(2) 待检测靶材绕中心轴旋转 360° 过程中, 边旋转边记录 640nm 波长红光照射下的图像, 旋转速度 $8^\circ/\text{s}$, 记录红光照射下图像的频率为 1 次/s, 同时每旋转 8° , 旋转停顿 2s, 以使用相机对红光照射区域进行拍照, 通过将记录图像与拍照图像与步骤 (1) 所得参考特征图集进行对比, 得到待检测靶材焊缝中的气孔分布情况。

所述检测方法能够检出直径 $\geq 0.01\text{mm}$ 的气孔。

实施例 3

本实施例提供了一种焊接类溅射靶材中气孔的检测方法, 包括如下步骤:

(1) 700nm 波长红光照射下分别得到存在气孔的焊接靶材与不存在气孔的焊接靶材的图像, 作为红光检测焊接靶材气孔分布的参考特征图集; 其中, 得到存在气孔的焊接靶材的图像包括得到存在不同尺寸气孔的焊接靶材的图像, 不同尺寸气孔的直径最小为 0.01mm;

(2) 待检测靶材绕中心轴旋转 360° 过程中, 边旋转边记录 700nm 波长红光照射下的图像, 旋转速度 $12^\circ/\text{s}$, 记录红光照射下图像的频率为 3 次/s, 同时每旋转 12° , 旋转停顿 2s, 以使用相机对红光照射区域进行拍照, 通过将记录图像与拍照图像与步骤 (1) 所得参考特征图集进行对比, 得到待检测靶材焊缝中的气孔分布情况。

所述检测方法能够检出直径 $\geq 0.01\text{mm}$ 的气孔。

实施例 4

本实施例提供了一种焊接类溅射靶材中气孔的检测方法, 包括如下步骤:

(1) 622nm 波长红光照射下分别得到存在气孔的焊接靶材与不存在气孔的焊接靶材的图像, 作为红光检测焊接靶材气孔分布的参考特征图集; 其中, 得

到存在气孔的焊接靶材的图像包括得到存在不同尺寸气孔的焊接靶材的图像，不同尺寸气孔的直径最小为 0.01mm；

(2) 待检测靶材绕中心轴旋转 360°过程中，边旋转边记录 622nm 波长红光照射下的图像，旋转速度 10°/s，记录红光照射下图像的频率为 2 次/s，同时每旋转 10°，旋转停顿 2s，以使用相机对红光照射区域进行拍照，通过将记录图像与拍照图像与步骤 (1) 所得参考特征图集进行对比，得到待检测靶材焊缝中的气孔分布情况。

所述检测方法能够检出直径 $\geq 0.03\text{mm}$ 的气孔。

实施例 5

本实施例提供了一种焊接类溅射靶材中气孔的检测方法，包括如下步骤：

(1) 770nm 波长红光照射下分别得到存在气孔的焊接靶材与不存在气孔的焊接靶材的图像，作为红光检测焊接靶材气孔分布的参考特征图集；其中，得到存在气孔的焊接靶材的图像包括得到存在不同尺寸气孔的焊接靶材的图像，不同尺寸气孔的直径最小为 0.01mm；

(2) 待检测靶材绕中心轴旋转 360°过程中，边旋转边记录 770nm 波长红光照射下的图像，旋转速度 10°/s，记录红光照射下图像的频率为 2 次/s，同时每旋转 10°，旋转停顿 2s，以使用相机对红光照射区域进行拍照，通过将记录图像与拍照图像与步骤 (1) 所得参考特征图集进行对比，得到待检测靶材焊缝中的气孔分布情况。

所述检测方法能够检出直径 $\geq 0.02\text{mm}$ 的气孔。

实施例 6

本实施例提供了一种焊接类溅射靶材中气孔的检测方法，包括如下步骤：

(1) 680nm 波长红光照射下分别得到存在气孔的焊接靶材与不存在气孔的焊接靶材的图像，作为红光检测焊接靶材气孔分布的参考特征图集；其中，得到存在气孔的焊接靶材的图像包括得到存在不同尺寸气孔的焊接靶材的图像，不同尺寸气孔的直径最小为 0.01mm；

(2) 待检测靶材绕中心轴旋转 360°过程中，边旋转边记录 770nm 波长红光照射下的图像，旋转速度 10°/s，记录红光照射下图像的频率为 2 次/s，同时每旋转 10°，旋转停顿 2s，以使用相机对红光照射区域进行拍照，通过将记录图像与拍照图像与步骤 (1) 所得参考特征图集进行对比，得到待检测靶材焊缝中的气孔分布情况。

所述检测方法能够检出直径 $\geq 0.05\text{mm}$ 的气孔。

实施例 6

本实施例提供了一种焊接类溅射靶材中气孔的检测方法，包括如下步骤：

(1) 700nm 波长红光照射下分别得到存在气孔的焊接靶材与不存在气孔的焊接靶材的图像，作为红光检测焊接靶材气孔分布的参考特征图集；其中，得到存在气孔的焊接靶材的图像包括得到存在不同尺寸气孔的焊接靶材的图像，不同尺寸气孔的直径最小为 0.01mm；

(2) 待检测靶材绕中心轴旋转 360°过程中，边旋转边记录 640nm 波长红光照射下的图像，旋转速度 10°/s，记录红光照射下图像的频率为 2 次/s，同时每旋转 10°，旋转停顿 2s，以使用相机对红光照射区域进行拍照，通过将记录图像与拍照图像与步骤 (1) 所得参考特征图集进行对比，得到待检测靶材焊缝中的气孔分布情况。

所述检测方法能够检出直径 $\geq 0.05\text{mm}$ 的气孔。

对比例 1

本对比例提供了一种焊接类溅射靶材中气孔的检测方法，包括如下步骤：
除所用光为黄光外，其余均与实施例 1 相同。

使用黄光替代红光，无法对焊接类溅射靶材中的气孔进行检测。

对比例 2

本对比例提供了一种焊接类溅射靶材中气孔的检测方法，包括如下步骤：
除所用光为绿光外，其余均与实施例 1 相同。

使用绿光替代红光，无法对焊接类溅射靶材中的气孔进行检测。

综上所述，本申请利用穿透性强的红光对溅射靶材中的气孔进行检测，利用图像对比即可分辨直径低至 0.01mm 的气孔，检测过程简便，且成本低，能够以较低的成本与较高的效率保证溅射靶材中气孔的检测效果。

申请人声明，以上所述仅为本申请的具体实施方式，但本申请的保护范围并不局限于此。

1、一种焊接类溅射靶材中气孔的检测方法，其中，所述检测方法包括如下步骤：

（1）红光照射下分别得到存在气孔的焊接靶材与不存在气孔的焊接靶材的图像，作为红光检测焊接靶材气孔分布的参考特征图集；

（2）记录待检测焊接靶材在红光照射下的图像，并与步骤（1）所得参考特征图集进行对比，从而得到待检测靶材焊缝中的气孔分布情况。

2、根据权利要求 1 所述的检测方法，其中，步骤（1）所述红光的波长为 622-770nm。

3、根据权利要求 2 所述的检测方法，其中，步骤（2）所述红光的波长为 622-770nm。

4、根据权利要求 3 所述的检测方法，其中，步骤（1）所述红光与步骤（2）所述红光的波长相同。

5、根据权利要求 1-4 任一项所述的检测方法，其中，步骤（1）所述得到焊接靶材的图像为得到焊接靶材的焊缝图像和/或焊接靶材的焊接面图像。

6、根据权利要求 1-5 任一项所述的检测方法，其中，步骤（2）所述记录待检测焊接靶材在红光照射下的图像为记录焊接靶材焊缝和/或焊接靶材焊接面在红光照射下的图像。

7、根据权利要求 1-6 任一项所述的检测方法，其中，步骤（2）所述记录待检测焊接靶材在红光照射下的图像为待检测靶材绕中心轴旋转 360°过程中，边旋转边记录红光照射下的图像。

8、根据权利要求 7 所述的检测方法，其中，待检测焊接靶材的旋转速度为 8-12°/s，记录红光照射下图像的频率为 1-3 次/s。

9、根据权利要求 8 所述的检测方法，其中，步骤（2）所述记录待检测焊缝靶材图像过程中还存在每旋转 $8-12^\circ$ ，旋转停顿至少 1s，以使用相机对红光照射区域进行拍照的步骤。

10、根据权利要求 1-9 任一项所述的检测方法，其中，所述检测方法包括如下步骤：

（1）622-770nm 波长红光照射下分别得到存在气孔的焊接靶材与不存在气孔的焊接靶材的图像，作为红光检测焊接靶材气孔分布的参考特征图集；

（2）待检测靶材绕中心轴旋转 360° 过程中，边旋转边记录 622-770nm 波长红光照射下的图像，旋转速度 $8-12^\circ/\text{s}$ ，记录红光照射下图像的频率为 1-3 次/s，同时每旋转 $8-12^\circ$ ，旋转停顿至少 1s，以使用相机对红光照射区域进行拍照，从而得到待检测靶材焊缝中的气孔分布情况。