



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112296408 B

(45) 授权公告日 2022.03.29

(21) 申请号 202011136790.8

C22F 3/00 (2006.01)

(22) 申请日 2020.10.22

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 112296408 A

CN 210817611 U, 2020.06.23

CN 106271493 A, 2017.01.04

CN 103909300 A, 2014.07.09

(43) 申请公布日 2021.02.02

CN 108746994 A, 2018.11.06

(73) 专利权人 南京航空航天大学  
地址 210016 江苏省南京市秦淮区御道街  
29号

CN 103203541 A, 2013.07.17

CN 106216745 A, 2016.12.14

CN 106624391 A, 2017.05.10

(72) 发明人 陈妮 张鑫磊 韦佳伟 李亮  
何宁

US 5906459 A, 1999.05.25

WO 1997029878 A1, 1997.08.21

审查员 董广学

(74) 专利代理机构 北京高沃律师事务所 11569  
代理人 张梦泽

(51) Int. Cl.

B23C 3/00 (2006.01)

B23P 25/00 (2006.01)

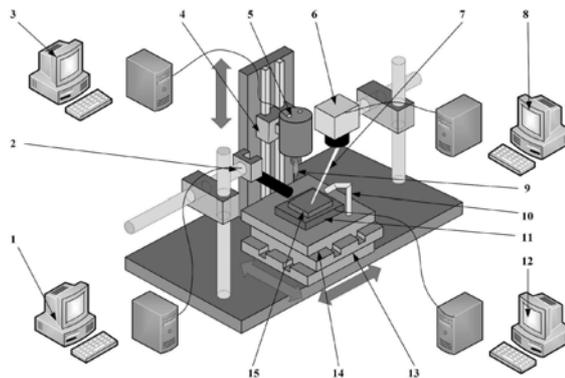
权利要求书2页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

一种叠层AlN基板表面散热结构的加工设备  
及加工方法

(57) 摘要

本发明公开了一种叠层AlN基板表面散热结构的加工设备及加工方法。该方法包括：将叠层AlN基板装夹在超声振动平台上；利用功率密度为第一设定值的激光对基板待加工区域进行金属化，同时通入惰性气体形成气氛保护；在超声振动平台的振动下，采用微细铣刀以第一切削深度去除金属化后的区域，同时通入切削液；重复以上两步，完成粗加工；采用功率密度为第二设定值的激光对加工面继续进行金属化处理，同时通入惰性气体形成气氛保护；在超声振动平台的振动下，采用微细铣刀以第二切削深度去除金属化后的区域；重复以上两步，完成精加工。本发明能够解决叠层AlN基板表面散热结构在加工时容易出现的薄层破碎和裂纹的问题，而且，具有加工效率高的特点。



1. 一种叠层AlN基板表面散热结构的加工设备,其特征在于,包括:
  - 微细铣床,包括三轴伺服移动平台以及微细铣刀;
  - 超声振动平台,安装于所述三轴伺服移动平台上,位于所述微细铣刀的下方,用于放置叠层AlN基板;
  - 夹具,用于将所述叠层AlN基板装夹固定在所述超声振动平台上;
  - 激光器,安装于所述超声振动平台的上方,编程原点与所述超声振动平台的编程原点相对应;
  - 气液供给系统,用于在叠层AlN基板表面散热结构的加工过程中提供气氛保护气体以及切削液;
  - 控制系统,分别与微细铣床、超声振动平台、激光器以及气液供给系统电连接;其中,利用功率密度为第一设定值的激光对叠层AlN基板的待加工区域进行金属化处理时,通入惰性气体形成气氛保护;且在超声振动平台的振动下,采用微细铣刀以第一切削深度去除金属化后的区域,同时通入切削液;
  - 采用功率密度为第二设定值的激光对加工面继续进行金属化处理时,通入惰性气体形成气氛保护;且在超声振动平台的振动下,采用微细铣刀以第二切削深度去除金属化后的区域;所述第一设定值为5-6倍的AlN烧蚀阈值,第一切削深度为8-12 $\mu\text{m}$ ,所述第二设定值为1-2倍的AlN烧蚀阈值,第二切削深度为1-2 $\mu\text{m}$ 。
2. 根据权利要求1所述的叠层AlN基板表面散热结构的加工设备,其特征在于,所述设备还包括CCD显微镜,安装于所述超声振动平台的上方,与所述控制系统电连接,用于对所述超声振动平台上放置的叠层AlN基板进行显微观测。
3. 一种叠层AlN基板表面散热结构的加工方法,其特征在于,所述方法用于如权利要求1-2任一项所述的叠层AlN基板表面散热结构的加工设备,所述方法包括:
  - 步骤1:将叠层AlN基板装夹在超声振动平台上;
  - 步骤2:利用功率密度为第一设定值的激光对所述叠层AlN基板的待加工区域进行金属化处理,同时通入惰性气体形成气氛保护;
  - 步骤3:在超声振动平台的振动下,采用微细铣刀以第一切削深度去除金属化后的区域,同时通入切削液;
  - 重复步骤2至步骤3,直至加工至粗加工深度;
  - 步骤4:采用功率密度为第二设定值的激光对加工面继续进行金属化处理,同时通入惰性气体形成气氛保护;
  - 步骤5:在超声振动平台的振动下,采用微细铣刀以第二切削深度去除金属化后的区域;
  - 重复步骤4至步骤5直到达到精加工深度。
4. 根据权利要求3所述的叠层AlN基板表面散热结构的加工方法,其特征在于,所述方法还包括:使用超声波清洗机清洗已加工的工件。
5. 根据权利要求3所述的叠层AlN基板表面散热结构的加工方法,其特征在于,通入的惰性气体为纯度99.9%的氩气,流量保持在4-6ml/s,且在加工过程中保证气体流速的稳定。

6. 根据权利要求3所述的叠层AlN基板表面散热结构的加工方法,其特征在于,叠层AlN基板在加工之前通过电子水平仪进行调平处理,并用脱脂酒精棉擦拭表面。

7. 根据权利要求3所述的叠层AlN基板表面散热结构的加工方法,其特征在于,激光的光斑直径要始终保持恒定,每次金属化处理前,对激光进行重新聚焦。

8. 根据权利要求3所述的叠层AlN基板表面散热结构的加工方法,其特征在于,微细铣刀去除金属化后的区域时,采用多次走刀去除金属层。

9. 根据权利要求3所述的叠层AlN基板表面散热结构的加工方法,其特征在于,所述切削液为酒精或蒸馏水。

## 一种叠层AlN基板表面散热结构的加工设备及加工方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及陶瓷加工领域,特别是涉及一种叠层AlN基板表面散热结构的加工设备及加工方法。

### 背景技术

[0002] 随着计算机技术的发展,计算量开始呈指数增长,而芯片作为计算机工作的载体,其性能是制约计算机发展的重要因素。芯片工作时会产生大量的热,使芯片工作温度逐渐升高。目前商业级芯片的工作温度在0℃至+70℃之间,工业级芯片的工作温度在-45℃至+85℃之间,芯片工作温度过高将会影响芯片的工作效率。低发热量的超导体芯片目前只存在于实验室中,这种芯片造价高昂且对工作环境十分挑剔,因此,短时间内不能实现超导体芯片的量产。目前最有效地方法是提高芯片的散热效率,在芯片封装结构上加工散热结构是主要的方法。芯片的封装材料通常要求具有良好的导热性和热传导率,叠层AlN陶瓷完全符合上述要求,但是叠层AlN由于其结构的特殊性,不能适用于传统的机械加工,容易使AlN薄层产生破碎和裂纹。因此,亟需一种能够在叠层AlN上加工散热结构的方法。

### 发明内容

[0003] 本发明的目的是提供一种叠层AlN基板表面散热结构的加工设备及加工方法。

[0004] 为实现上述目的,本发明提供了如下方案:

[0005] 一种叠层AlN基板表面散热结构的加工设备,包括:

[0006] 微细铣床,包括三轴伺服移动平台以及微细铣刀;

[0007] 超声振动平台,安装于所述三轴伺服移动平台上,位于所述微细铣刀的下方,用于放置叠层AlN基板;

[0008] 夹具,用于将所述叠层AlN基板装夹固定在所述超声振动平台上;

[0009] 激光器,安装于所述超声振动平台的上方,编程原点与所述超声振动平台的编程原点相对应;

[0010] 气液供给系统,用于在叠层AlN基板表面散热结构的加工过程中提供气氛保护气体以及切削液;

[0011] 控制系统,分别与微细铣床、超声振动平台、激光器以及气液供给系统电连接。

[0012] 可选的,所述设备还包括CCD显微镜,安装于所述超声振动平台的上方,与所述控制系统电连接,用于对所述超声振动平台上放置的叠层AlN基板进行显微观测。

[0013] 本发明还提供了一种叠层AlN基板表面散热结构的加工方法,所述方法用于本发明提供的叠层AlN基板表面散热结构的加工设备,所述方法包括:

[0014] 步骤1:将叠层AlN基板装夹在超声振动平台上;

[0015] 步骤2:利用功率密度为第一设定值的激光对所述叠层AlN基板的待加工区域进行金属化处理,同时通入惰性气体形成气氛保护;

[0016] 步骤3:在超声振动平台的振动下,采用微细铣刀以第一切削深度去除金属化后的

区域,同时通入切削液;

[0017] 重复步骤2至步骤3,直至加工至粗加工深度;

[0018] 步骤4:采用功率密度为第二设定值的激光对加工面继续进行金属化处理,同时通入惰性气体形成气氛保护;

[0019] 步骤5:在超声振动平台的振动下,采用微细铣刀以第二切削深度去除金属化后的区域;

[0020] 重复步骤4至步骤5直到达到精加工深度。

[0021] 可选的,所述方法还包括:使用超声波清洗机清洗已加工的工件。

[0022] 可选的,通入的惰性气体为纯度99.9%的氩气,流量保持在4-6ml/s,且在加工过程中保证气体流速的稳定。

[0023] 可选的,叠层AlN基板在加工之前通过电子水平仪进行调平处理,并用脱脂酒精棉擦拭表面。

[0024] 可选的,激光的光斑直径要始终保持恒定,每次金属化处理前,对激光进行重新聚焦。

[0025] 可选的,所述第一功率密度为5-6倍的AlN烧蚀阈值,第一切削深度为8-12 $\mu\text{m}$ ,所述第二功率密度为1-2倍的AlN烧蚀阈值,第二切削深度为1-2 $\mu\text{m}$ 。

[0026] 可选的,微细铣刀去除金属化后的区域时,采用多次走刀去除金属层。

[0027] 可选的,所述切削液为酒精或蒸馏水。

[0028] 根据本发明提供的具体实施例,本发明公开了以下技术效果:本发明提供的叠层AlN基板表面散热结构的加工设备及加工方法,采用激光对加工区域进行改性,形成硬度较低的Al金属层,减少了刀具的磨损,提高了加工质量。同时,采用超声辅助铣削方式实现金属层的去除,相比于常规铣削来说,超声辅助微铣削可有效降低切削过程中的切削力,增加了微铣削过程中切入和切出位置处的切削厚度,克服了该处的尺寸效应,提高了加工表面的质量,减少了刀具磨损。激光与超声辅助铣削的相结合的加工方式解决叠层AlN基板表面散热结构的加工难题,而且,激光与超声辅助铣削相结合的加工方式大大提高了加工效率。

## 附图说明

[0029] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0030] 图1为本发明实施例1提供的叠层AlN基板表面散热结构加工设备的结构示意图;

[0031] 图2为本发明实施例1中加工效果示意图;

[0032] 图3为本发明实施例2提供的叠层AlN基板表面散热结构加工方法的流程示意图。

[0033] 1-CCD控制系统;2-CCD显微镜;3-微细铣床控制系统;4-微细铣床Z轴伺服机构;5-空气主轴;6-激光器;7-纳秒激光束;8-激光器控制系统;9-微细铣刀;10-气液喷管;11-超声振动平台;12-超声振动平台控制系统;13-微细铣床X轴伺服机构;14-微细铣床Y轴伺服机构;15-叠层AlN基板。

## 具体实施方式

[0034] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0035] 为使本发明的上述目的、特征和优点能够更加明显易懂,下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步详细的说明。

### [0036] 实施例1

[0037] 参见图1,本实施例提供了一种叠层AlN基板表面散热结构的加工设备,该设备包括:微细铣床、超声振动平台11、夹具、激光器6、气液供给系统以及控制系统。其中,微细铣床,包括三轴伺服移动平台以及微细铣刀9;超声振动平台11,安装于三轴伺服移动平台上(即安装于微细铣床的X轴伺服平台13上),位于微细铣刀9的下方,用于放置叠层AlN基板15;夹具,用于将叠层AlN基板15装夹固定在超声振动平台11上;激光器6为纳秒激光器,安装于超声振动平台11的上方,其编程原点与超声振动平台11的编程原点相对应;气液供给系统,用于在叠层AlN基板15表面散热结构的加工过程中提供气氛保护气体以及降温润滑液体;控制系统,分别与微细铣床、超声振动平台11、激光器6以及气液供给系统电连接。

[0038] 作为本实施例的一种实施方式,设备还包括CCD显微镜2,安装于超声振动平台11的上方,与控制系统电连接,用于对超声振动平台11上放置的叠层AlN基板15进行显微观测。

[0039] 参见图1,控制系统分别包括微细铣床控制系统3、激光器控制系统8、超声振动平台控制系统12以及CCD控制系统1,分别用于实现对微细铣床、激光器6以及超声振动平台11以及CCD显微镜2的控制。气液供给系统包括气液喷管10,气液喷管10向外喷出加工过程所需的惰性气体以及切削液。

[0040] 本实施例提供的加工设备设置了微细铣床、超声振动平台、激光器以及气液供给系统等结构,采用该设备可一次性实现对叠层AlN基板的激光金属化处理以及超声辅助铣削操作,即可以实现一次装夹便可完成加工,避免了二次装夹过程中的误差问题,降低了加工成本,提高了加工效率。

### [0041] 实施例2

[0042] 本实施例提供了一种叠层AlN基板表面散热结构的加工方法,该方法应用于实施例1提供的叠层AlN基板表面散热结构的加工设备,该方法包括:

[0043] 步骤1:将叠层AlN基板装夹在超声振动平台上;

[0044] 步骤2:利用功率密度为第一设定值的激光对叠层AlN基板的待加工区域进行金属化处理,同时通入惰性气体形成气氛保护;

[0045] 步骤3:在超声振动平台的振动下,采用微细铣刀以第一切削深度去除金属化后的区域,同时通入切削液;

[0046] 重复步骤2至步骤3,直至加工至粗加工深度;

[0047] 步骤4:采用功率密度为第二设定值的激光对加工面继续进行金属化处理,同时通入惰性气体形成气氛保护;

[0048] 步骤5:在超声振动平台的振动下,采用微细铣刀以第二切削深度去除金属化后的

区域;

[0049] 重复步骤4至步骤5直到达到精加工深度。

[0050] 作为本实施例的一个优选的实施方式,超声振动平台的振动频率为40KHz,振幅小于 $1\mu\text{m}$ 。

[0051] 在本实施例中,将叠层AlN基板装夹在超声振动平台上后,可以采用气枪清理叠层AlN基板待加工表面上的灰尘。在对待加工区域进行金属化处理,关闭惰性气体,并开启超声振动平台的超声发生器,使超声振动平台超声振动,采用微细铣床去除金属化后的区域,铣削的同时通入切削液,在进行多次激光金属化处理以及超声铣削(采用多次走刀去除金属层)后,达到粗加工深度(粗加工循环次数要根据槽深制定,并预留精加工深度)。之后进行精加工,精加工同样是采用激光金属化处理与超声铣削操作,但精加工金属化处理时采用的激光能量密度以及铣削时的铣削深度均与粗加工不同,比如,粗加工时采用的激光能量密度可以为5-6倍的AlN烧蚀阈值,切深可以为8-12 $\mu\text{m}$ ,精加工时采用的激光能量密度可以为1-2倍的AlN烧蚀阈值,切深可以为1-3 $\mu\text{m}$ 。在完成精加工后,可以采用超声波清洗机清洗已加工的工件,清洗时间可以设置为2-4min。

[0052] 在本实施例中,通入的惰性气体可以选用高纯氩气,纯度为99.9%,且在加工过程中保证气体流速的稳定,流量优选地保持在4-6ml/s。

[0053] 在本实施例中,叠层AlN基板在加工之前可以通过电子水平仪进行调平处理,并用脱脂酒精棉擦拭表面。激光的光斑直径要始终保持恒定,优选地,每次金属化处理前,对激光进行重新聚焦。

[0054] 作为本实施例的一个实施方式,切削液可以蒸馏水或酒精,以酒精为切削液可以在排出切屑的同时,达到润滑降温的效果。

[0055] 本发明通过激光对叠层AlN基板进行金属化,使照射区域材料的硬度大幅降低,材料的切削性能显著提高,不但可以提高材料单位时间的去除量还可以提高刀具的使用寿命;而采用超声辅助铣削的加工方式,不但可以有效地减少加工过程中的AlN薄层破碎现象及零件的内部裂纹,提高了零件的形状精度与结构完整性,还进一步延长了刀具的使用寿命;采用低能量密度的激光进行精加工,加工面上的AlN金属层厚度更加均匀,使加工面的加工效果更好;由于机床的高度集成化,可以实现一次装夹完成加工,大大减少了多次装夹带来的误差;高频率小振幅的超声震动平台既可以保留超声辅助加工的优点,还可以改善加工面的表面质量;激光与超声辅助铣削相结合的加工方式大大提高了加工效率。

[0056] 本说明书中各个实施例采用递进的方式描述,每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处,各个实施例之间相同相似部分互相参见即可。

[0057] 本文中应用了具体个例对本发明的原理及实施方式进行了阐述,以上实施例的说明只是用于帮助理解本发明的方法及其核心思想;同时,对于本领域的一般技术人员,依据本发明的思想,在具体实施方式及应用范围上均会有改变之处。综上所述,本说明书内容不应理解为对本发明的限制。

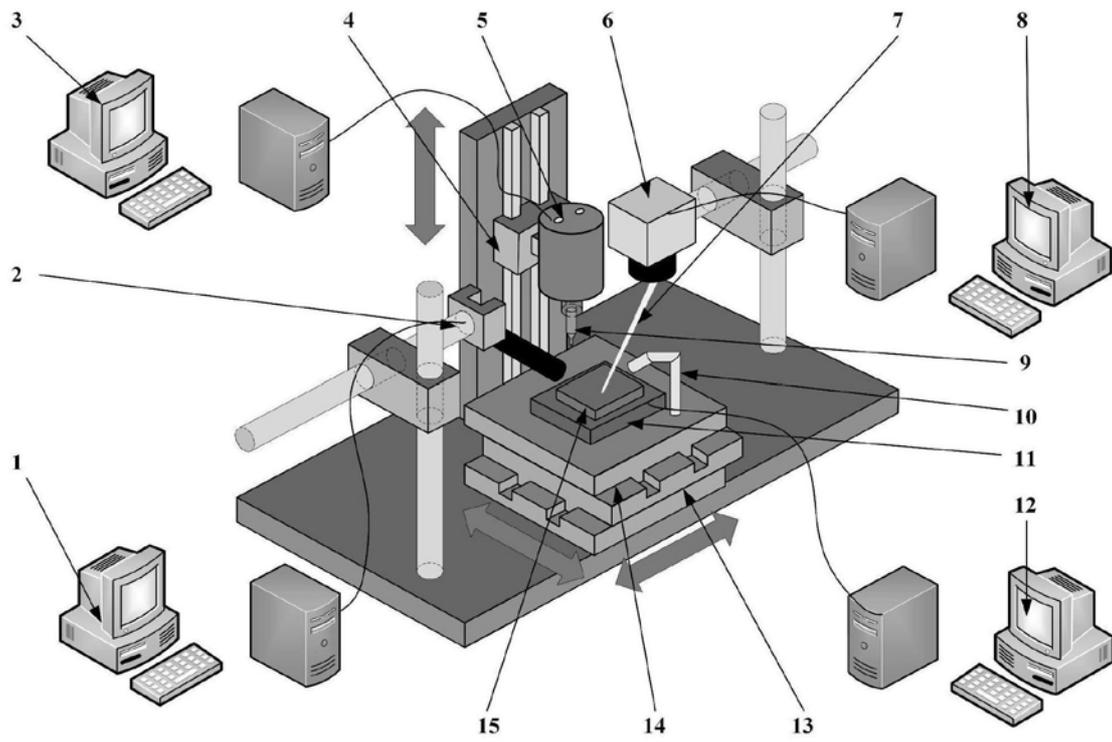


图1

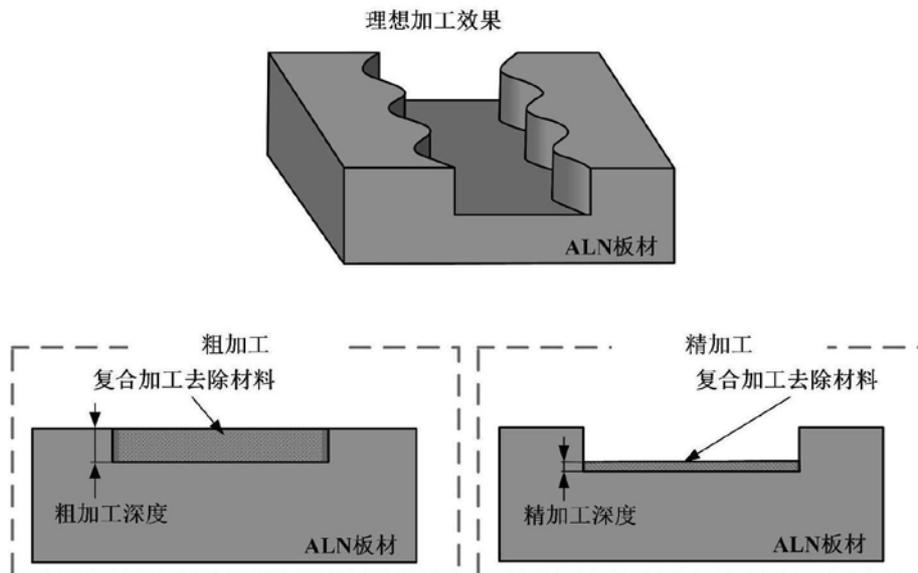


图2

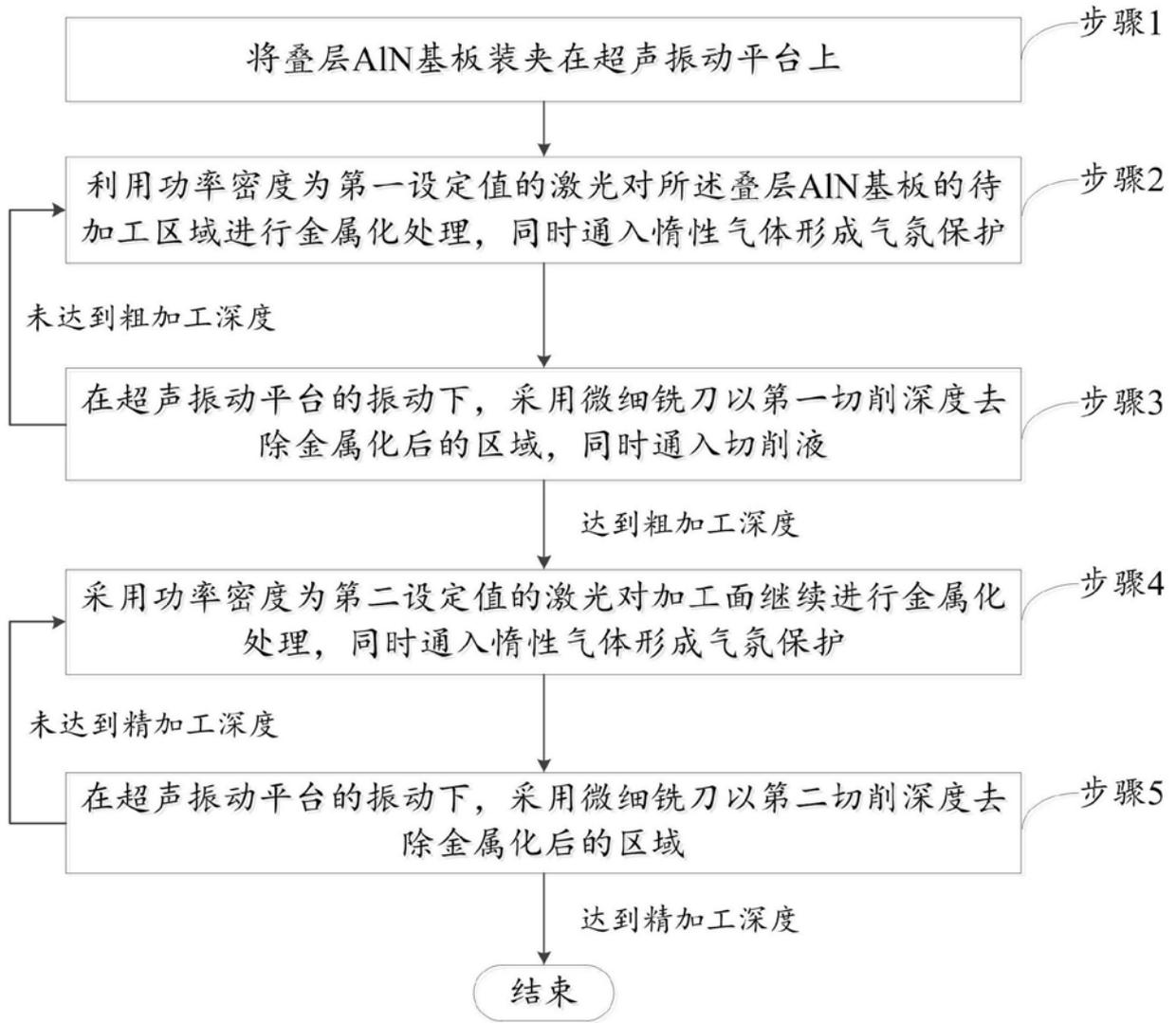


图3