



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106926472 A

(43)申请公布日 2017.07.07

(21)申请号 201710180503.5

(22)申请日 2017.03.23

(71)申请人 武汉理工大学

地址 430070 湖北省武汉市洪山区珞狮路
122号

(72)发明人 王辉 郝旭飞

(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 唐万荣

(51)Int.Cl.

B29C 65/50(2006.01)

B29C 65/02(2006.01)

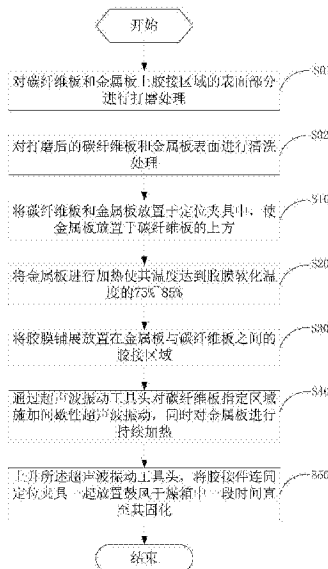
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

基于超声波振动辅助碳纤维和金属板的胶接工艺

(57)摘要

本发明公开了一种基于超声波振动辅助碳纤维和金属板的胶接工艺,包括以下步骤:将碳纤维板和金属板放置于定位夹具中,使金属板放置于碳纤维板的上方;将金属板进行加热使其温度达到胶膜软化温度的75%~85%;将胶膜铺展放置在金属板与碳纤维板之间的胶接区域;通过超声波振动工具头对碳纤维板指定区域施加间歇性超声波振动,同时对金属板进行持续加热;上升超声波振动工具头,将胶接件连同定位夹具一起放置鼓风干燥箱中一段时间直至其固化。本发明提出的基于超声波振动辅助碳纤维和金属板的胶接工艺,避免了高温压头传热的方式导致胶膜受热不均匀,造成胶膜固化程度与被粘接面粘接强度不均匀的问题。



1. 一种基于超声波振动辅助碳纤维和金属板的胶接工艺,其特征在于,包括以下步骤:
将碳纤维板和金属板放置于定位夹具中,使金属板放置于碳纤维板的上方;
将金属板进行加热使其温度达到胶膜软化温度的75%~85%;
将胶膜铺展放置在金属板与碳纤维板之间的胶接区域;
通过超声波振动工具头对碳纤维板指定区域施加间歇性超声波振动,同时对金属板进行持续加热;
上升所述超声波振动工具头,将胶接件连同定位夹具一起放置鼓风干燥箱中一段时间直至其固化。
2. 如权利要求1所述的基于超声波振动辅助碳纤维和金属板的胶接工艺,其特征在于,所述通过超声波振动工具头对碳纤维板指定区域施加间歇性超声波振动,同时对金属板进行持续加热的步骤中,对金属板进行持续加热使其温度达到胶膜软化温度的75%~85%。
3. 如权利要求1所述的基于超声波振动辅助碳纤维和金属板的胶接工艺,其特征在于,使用热压板和加热平台分别对金属板的上下端进行加热,该热压板的宽度与金属板的宽度相同。
4. 如权利要求3所述的基于超声波振动辅助碳纤维和金属板的胶接工艺,其特征在于,将胶膜铺展放置在金属板与碳纤维板之间的胶接区域具体包括:
上升热压板,在将胶膜铺展放置在金属板与碳纤维板之间的胶接区域后,下降热压板以提供胶膜一定的预压紧力。
5. 如权利要求3所述的基于超声波振动辅助碳纤维和金属板的胶接工艺,其特征在于,所述热压板的面积大于金属板与碳纤维板之间的胶接区域的面积。
6. 如权利要求1所述的基于超声波振动辅助碳纤维和金属板的胶接工艺,其特征在于,所述将碳纤维板和金属板放置于定位夹具中,使金属板放置于碳纤维板的上方的步骤之前还包括:
对碳纤维板和金属板上胶接区域的表面部分进行打磨处理;
对打磨后的碳纤维板和金属板表面进行清洗处理。
7. 如权利要求6所述的基于超声波振动辅助碳纤维和金属板的胶接工艺,其特征在于,采用氧化铝布基红色砂纸打磨碳纤维板和金属板上胶接区域的表面部分。
8. 如权利要求6所述的基于超声波振动辅助碳纤维和金属板的胶接工艺,其特征在于,使用具有乳化作用的清洗剂、清水以及丙酮先后对打磨后的碳纤维板和金属板表面进行清洗处理。
9. 如权利要求1至8中任意一项所述的基于超声波振动辅助碳纤维和金属板的胶接工艺,其特征在于,金属板为铝板。

基于超声波振动辅助碳纤维和金属板的胶接工艺

技术领域

[0001] 本发明涉及胶接技术领域,尤其涉及一种基于超声波振动辅助碳纤维和金属板的胶接工艺。

背景技术

[0002] 坚持推动绿色可持续发展,大力推进节能减排降耗称为“国家十二五规划”的重要指导思想。轻量化是节能减排的重要方法之一,碳纤维增强型复合材料(Carbon fiber reinforced plastic/polymer,CFRP)以其轻而强、抗疲劳、抗腐蚀、生产能耗低等特性,已经成为深度轻量化中主、次结构件的首选材料,在大型飞机、风力发电叶片、汽车部件、石油开采抽油杆、电力输送电缆等领域的应用增长迅速,为实现节能减排国家目标作出了重要贡献。

[0003] 碳纤维复合材料的广泛使用,使得碳纤维复合材料的连接成为了一个重要的课题,也成为产品设计的关键,直接决定碳纤维轻量化应用的结果是否成功。因此很多原始设备制造商正致力于连接技术的研究。碳纤维材料连接常用的方法有:机械连接(螺栓连接、铆接)和胶连接两种。机械连接有施工简单、便于检查、受环境影响小等优点,但同时打孔等机加工会切断碳纤维材料的纤维,使材料本身的各向异性严重、韧性差、缺口敏感度高弱点更加突出,容易形成严重的应力集中从而导致脆性破坏。胶连接,简称胶接,是借助胶接剂将零件连接为不可拆卸的整体,具有受力面大承载能力强,应力分布均匀,防止电化学腐蚀等优点,更重要的是相对于机械连接,胶接无需机械紧固件(如螺钉、螺母等),不会因打联接孔破坏纤维连续性,从而充分利用材料的全部强度,同时也较好地规避了碳纤维本身的各向异性严重、韧性差、缺口敏感度高问题。因此,胶连接比机械连接更广泛地应用于碳纤维先进复合材料的连接设计中,成为了解决其轻量化连接的关键技术之一。

[0004] 胶接工艺中胶接强度和稳定性问题一直是人们关注的焦点。尽管胶接工艺也存在易老化、固化周期长、耐热性较低等问题,这些问题基本上可以通过开发新型胶接剂而得到缓解和克服。但对于胶接强度难控制和强度分散性大的问题,却无办法单纯通过采用新胶接剂材料而解决,不论是采用何种胶水都没有办法改变胶接工艺难以控制与胶接质量不稳定的问题,这些问题是由胶接工艺本身所产生的,因此必须从胶接工艺本身来解决。目前,不少学者采用被动强化的方法,即通过化学、物理方法对碳纤维复合材料的胶接表面进行处理改善胶接界面的润湿性以提高碳纤维复合材料的胶连接强度、稳定性。但是采用被动强化方法,仍然存在无法对碳纤维的胶接过程进行外部控制进而保证其稳定性的缺陷。

[0005] 采用环氧胶、聚氨酯胶等粘接剂液体直接粘接碳纤维等复合材料与铝板等金属材料,一方面粘接剂液体中含有挥发性物质、污染环境,另一方面使用粘接剂液体胶接碳纤维等复合材料与铝板等金属材料的过程中,胶接区域非常容易出现气泡等严重影响胶接强度的缺陷,而且胶接区域中气泡的出现非常偶然与不可控,这严重影响着产品胶接的稳定性,从而制约着胶接产品的推广与发展。胶膜是无溶剂的固体,不会有挥发物,无污染,加工操作方便,且粘接方便。因此开始出现通过胶膜采用热压粘接工艺实现胶接。但是热压粘接工

艺中,存在高温压头传热的方式将导致胶膜受热不均匀,造成胶膜固化程度与被粘接面粘接强度不均匀等问题,且采用热压胶膜粘接工艺的过程中,在一定的压力与温度下胶膜会软化、流动,从而在胶接区域产生气泡,最终影响胶接的可靠性与稳定性。

发明内容

[0006] 本发明的主要目的在于提供一种基于超声波振动辅助碳纤维和金属板的胶接工艺,旨在避免高温压头传热的方式导致胶膜受热不均匀,造成胶膜固化程度与被粘接面粘接强度不均匀的问题。

[0007] 为实现上述目的,本发明提供一种基于超声波振动辅助碳纤维和金属板的胶接工艺,包括以下步骤:

将碳纤维板和金属板放置于定位夹具中,使金属板放置于碳纤维板的上方;

将金属板进行加热使其温度达到胶膜软化温度的75%~85%;

将胶膜铺展放置在金属板与碳纤维板之间的胶接区域;

通过超声波振动工具头对碳纤维板指定区域施加间歇性超声波振动,同时对金属板进行持续加热;

上升所述超声波振动工具头,将胶接件连同定位夹具一起放置鼓风干燥箱中一段时间直至其固化。

[0008] 优选地,所述通过超声波振动工具头对碳纤维板指定区域施加间歇性超声波振动,同时对金属板进行持续加热的步骤中,对金属板进行持续加热使其温度达到胶膜软化温度的75%~85%。

[0009] 优选地,使用热压板和加热平台分别对金属板的上下端进行加热,该热压板的宽度与金属板的宽度相同。

[0010] 优选地,将胶膜铺展放置在金属板与碳纤维板之间的胶接区域具体包括:

上升热压板,在将胶膜铺展放置在金属板与碳纤维板之间的胶接区域后,下降热压板以提供胶膜一定的预压紧力。

[0011] 优选地,所述热压板的面积大于金属板与碳纤维板之间的胶接区域的面积。

[0012] 优选地,所述将碳纤维板和金属板放置于定位夹具中,使金属板放置于碳纤维板的上方的步骤之前还包括:

对碳纤维板和金属板上胶接区域的表面部分进行打磨处理;

对打磨后的碳纤维板和金属板表面进行清洗处理。

[0013] 优选地,采用氧化铝布基红色砂纸打磨碳纤维板和金属板上胶接区域的表面部分。

[0014] 优选地,使用具有乳化作用的清洗剂、清水以及丙酮先后对打磨后的碳纤维板和金属板表面进行清洗处理。

[0015] 优选地,金属板为铝板。

[0016] 本发明提出的基于超声波振动辅助碳纤维和金属板的胶接工艺具有以下有益效果:

1.首次将超声波振动应用于碳纤维复合材料与金属板材的胶膜粘接工艺中,改善碳纤维复合材料与金属板材的粘接剂粘接工艺、超声波振动辅助碳纤维复合材料与金属板材的

粘接剂粘接工艺出现的粘接强度不稳定的问题；

2. 将超声波振动应用于碳纤维复合材料与金属板材的胶膜粘接工艺中,改善了碳纤维复合材料与金属板材的胶膜热压粘接工艺中存在的粘接面润湿不完全以及粘接界面上存在气泡的问题。

附图说明

[0017] 图1为本发明基于超声波振动辅助碳纤维和金属板的胶接工艺使用的超声波工作台的结构示意图；

图2为本发明基于超声波振动辅助碳纤维和金属板的胶接工艺使用的定位夹具的结构示意图；

图3为本发明基于超声波振动辅助碳纤维和金属板的胶接工艺的流程示意图。

[0018] 图中,1.气泵;2.气缸;3.圆柱导轨;4.变幅杆;5.加热平台;6.气缸活塞;7.超声波发生器;8.超声波换能器;9.超声波振动工具头;10.定位夹具;11.碳纤维板;12.铝板;13.热压板;14.施加超声波振动的位置。

[0019] 本发明目的的实现、功能特点及优点将结合实施例,参照附图做进一步说明。

具体实施方式

[0020] 应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0021] 参照图1至图3,本优选实施例中,一种基于超声波振动辅助碳纤维和金属板的胶接工艺,包括以下步骤:

步骤S10,将碳纤维板11和金属板放置于定位夹具10中,使金属板放置于碳纤维板11的上方;

步骤S20,将金属板进行加热使其温度达到胶膜软化温度的75%~85%;

步骤S30,将胶膜铺展放置在金属板与碳纤维板11之间的胶接区域;

步骤S40,通过超声波振动工具头9对碳纤维板11指定区域施加间歇性超声波振动,同时对金属板进行持续加热;

步骤S50,上升所述超声波振动工具头9,将胶接件连同定位夹具10一起放置鼓风机干燥箱中一段时间直至其固化。

[0022] 本实施例中,使用的胶膜厚度略微大于金属板与碳纤维板11之间的缝隙的厚度。

[0023] 具体地,步骤S40中,对金属板进行持续加热使其温度达到胶膜软化温度的75%~85%。根据胶膜材质不同,胶膜的软化温度也不同(一般情况下80%软化温度区间为:130-160℃)。在胶接过程中,将胶膜的温度保持在软化温度的75%~85%是因为:在超声波振动作用下,胶膜的温度会上升10%左右,仍未达到软化温度,所以,将此温度控制在75%~85%避免了在胶接过程中采用热压胶膜粘接工艺时在一定的压力与温度下胶膜会软化、流动,从而在胶接区域产生气泡,最终影响胶接的可靠性与稳定性的问题。在超声波作用下,胶膜会对粘接面产生很好的润湿作用,从而增大了胶接强度。

[0024] 具体地,使用热压板13和加热平台5分别对金属板的上下端进行加热,该热压板13的宽度与金属板的宽度相同。加热平台5放置于定位夹具10的下方,以对定位夹具10整体进行加热,定位夹具10再将热传递至金属板的下方。热压板13的面积大于金属板与碳纤维板

11之间的胶接区域的面积。加热平台5与热压板13均设置有加热模块。本实施例中,金属板的下方设置有垫块,热压板13的左端与胶接区域的左端对齐,右端与垫块左端之间距离为5mm以上。因为如果热压板13不压垫块,那在压力作用下胶膜会被压扁。

[0025] 步骤S30具体包括:上升热压板13,在将胶膜铺展放置在金属板与碳纤维板11之间的胶接区域后,下降热压板13以提供胶膜一定的预压紧力。

[0026] 进一步地,参照图1,在步骤S10之前还包括:

步骤S01,对碳纤维板11和金属板上胶接区域的表面部分进行打磨处理;

步骤S02,对打磨后的碳纤维板11和金属板表面进行清洗处理。

[0027] 具体地,采用氧化铝布基红色砂纸打磨碳纤维板11和金属板上胶接区域的表面部分。使用具有乳化作用的清洗剂、清水以及丙酮先后对打磨后的碳纤维板11和金属板表面进行清洗处理。

[0028] 下面以金属板为铝板12为例具体说明。本基于超声波振动辅助碳纤维和金属板的胶接工艺是在超声波工作台上进行的。该工作台主要包括气泵1、气缸2、圆柱导轨3、变幅杆4、实验台、气缸活塞6、超声波发生器7、超声波换能器8、超声波振动工具头9、定位夹具10等部件。本实施例中,胶接样件的尺寸是参考ASTM D5868-01标准,其中,碳纤维板11的尺寸为 $101.6 \times 25.4 \times 2.5\text{mm}$,铝板12的尺寸为 $101.6 \times 25.4 \times 1.5\text{mm}$,胶接区域的尺寸为 $25.4 \times 25.4 \times 0.2\text{mm}$ 。具体工艺过程如下。

[0029] 采用氧化铝布基红色砂纸均匀打磨碳纤维板11、铝板12胶接区域的表面部分,然后使用具有乳化作用的清洗剂、清水、丙酮等液体分别先后对打磨后的碳纤维板11、铝板12表面进行清洗处理;

将碳纤维板11和铝板12放置于定位夹具10中定位后,调整定位夹具10在实验平台上的位置,使超声波振动工具头9下降之后可以落在设置好的施加振动的区域;

调整热压板13的高度,使热压板13底部与铝板12刚好接触,开启加热平台5与热压板13的加热模块,使碳纤维板11与铝板12的温度达到胶膜软化温度的80%;

上升热压板13,将胶膜铺展放置在胶接区域,然后下降热压板13,并提供胶膜一定的预压紧力;

设置超声波振动频率、振动幅度、振动压力和振动时间后,下降超声波振动工具头9到施加振动的位置,进行间歇性超声波振动,在此过程中,加热平台5与热压板13的温度仍然设置为胶膜软化温度的80%;

上升超声波振动工具头9和热压板13,将胶接件连同定位夹具10一起放置鼓风干燥箱中一段时间,直至其固化。

[0030] 本实施例提出的基于超声波振动辅助碳纤维和金属板的胶接工艺具有以下有益效果:

1. 首次将超声波振动应用于碳纤维复合材料与金属板材的胶膜粘接工艺中,改善碳纤维复合材料与金属板材的粘接剂粘接工艺、超声波振动辅助碳纤维复合材料与金属板材的粘接剂粘接工艺出现的粘接强度不稳定的问题;

2. 将超声波振动应用于碳纤维复合材料与金属板材的胶膜粘接工艺中,改善了碳纤维复合材料与金属板材的胶膜热压粘接工艺中存在的粘接面润湿不完全以及粘接界面上存在气泡的问题。

[0031] 以上仅为本发明的优选实施例,并非因此限制本发明的专利范围,凡是利用本发明说明书及附图内容所作的等效结构变换,或直接或间接运用在其他相关的技术领域,均同理包括在本发明的专利保护范围内。

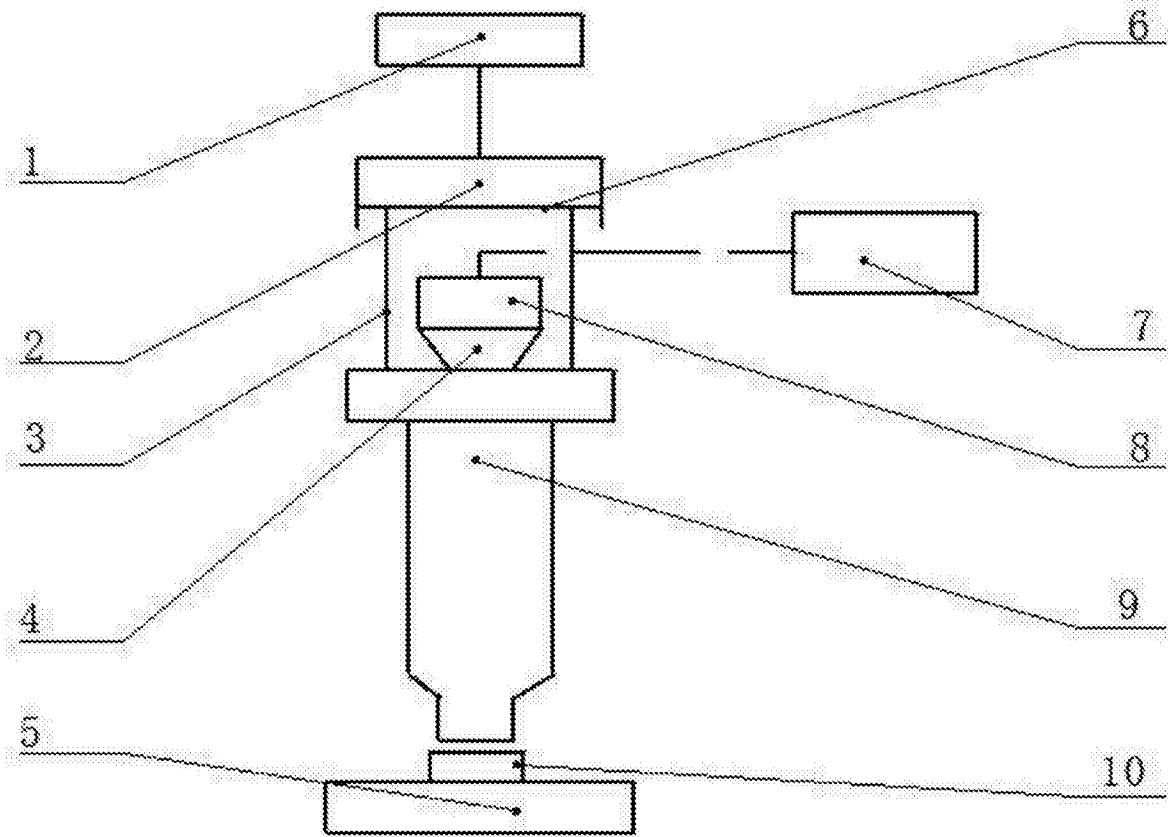


图1

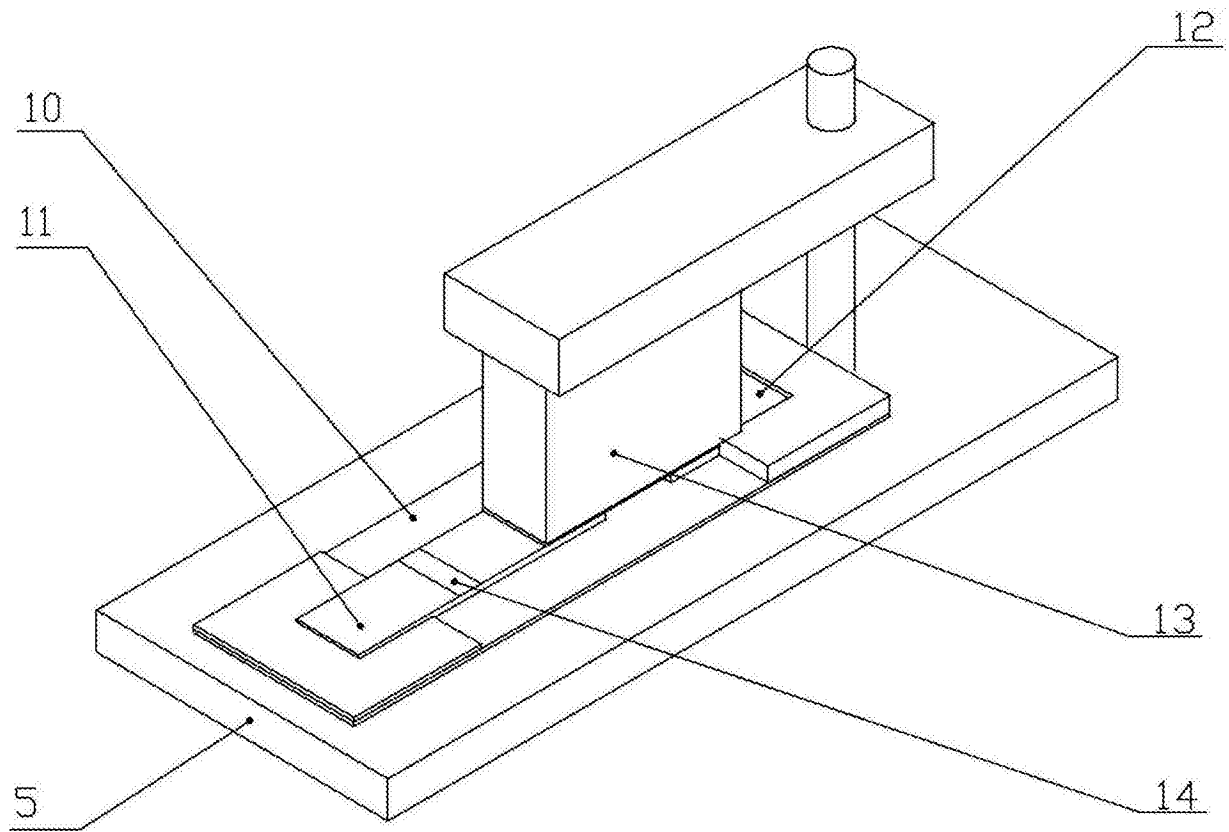


图2

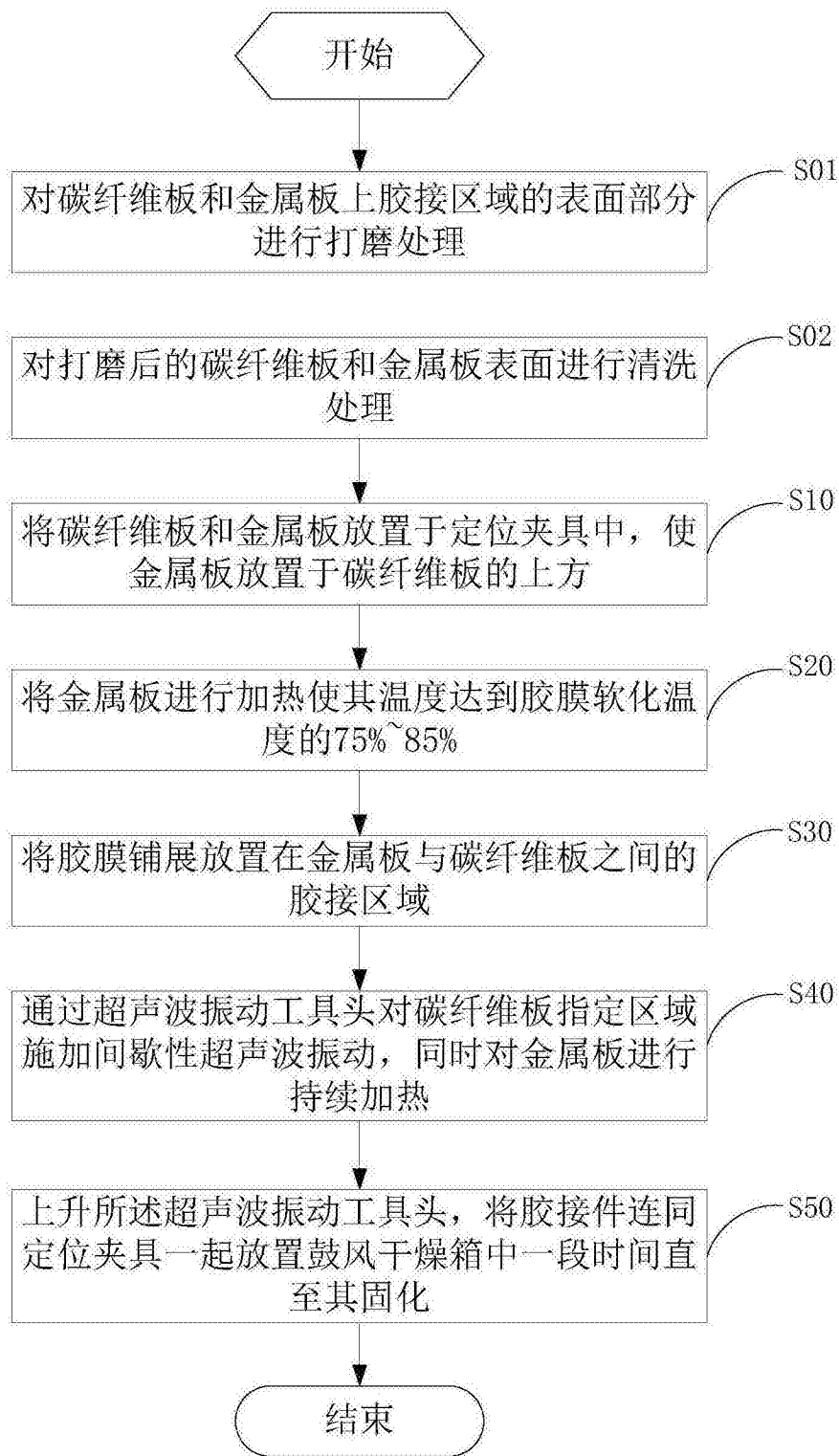


图3