



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102990946 B

(45) 授权公告日 2015.03.11

(21) 申请号 201210471213.3

审查员 许艺

(22) 申请日 2012.11.20

(73) 专利权人 南京航空航天大学

地址 210016 江苏省南京市白下区御道街  
29号

(72) 发明人 李迎光 李楠垭 杭翔 傅承阳

(74) 专利代理机构 江苏圣典律师事务所 32237

代理人 贺翔

(51) Int. Cl.

B29C 70/48(2006.01)

(56) 对比文件

CN 102729490 A, 2012.10.17,

CN 101549560 A, 2009.10.07,

US 2011/0121487 A1, 2011.05.26,

CN 1525927 A, 2004.09.01,

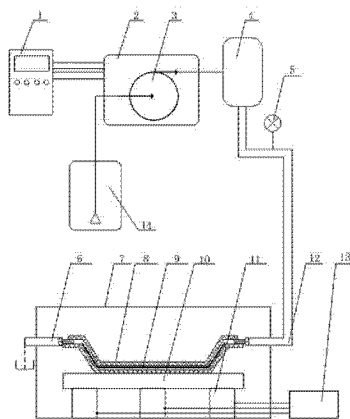
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54) 发明名称

一种采用微波超声固化纤维增强复合材料构件的方法及其专用装置

(57) 摘要

本发明公开了采用微波超声固化纤维增强复合材料构件的方法及其专用装置,该方法是首先将预制件放入模具并充模,充模同时使用超声波加快树脂渗透并增加浸润性;完成后使用微波加热模直至树脂完全固化。该专用装置是将模具安装在一个微波谐振腔中,微波谐振腔外接微波发生器,在微波谐振腔内还设有超声换能器,并外接超声发生器。本发明解决了传统复合材料成型方法制造纤维增强复合材料时时间长、能耗高、纤维浸润不充分和局部区域无法充模的问题,提高了复合材料零件的质量和性能。



1. 一种采用微波超声固化纤维增强复合材料构件的方法,其特征在于包括以下步骤:首先将纤维增强体预制件铺放在涂有脱模剂的上下模具中,合模后注入树脂进行充模,在注入树脂过程中,使用超声波对模具进行照射,加快树脂渗透入纤维增强体预制件的过程,同时增加浸润性;当充模完成后,使用微波加热模具中的纤维增强体预制件直至树脂完全固化;之后将模具及其中的纤维增强体预制件自然冷却至室温,构件固化完成。

2. 一种采用微波超声固化纤维增强复合材料构件的专用装置,包括控制器(1)、注胶系统(2)、储存罐(4)、配胶槽(14)和 RTM 模具(8),所述配胶槽(14)经注胶管道依次连接注胶系统(2)、储存罐(4)至 RTM 模具(8),控制器(1)电连接注胶系统(2)实现注胶控制,其特征在于,所述 RTM 模具(8)安装在一个微波谐振腔(7)中,微波谐振腔(7)外接微波发生器,在微波谐振腔(7)内还设有超声换能器(11),该超声换能器(11)外接超声发生器(13),微波发生器和超声发生器(13)的控制端同样设置在控制器(1)上,所述 RTM 模具(8)安装在工作台(10)上,超声换能器(11)安装在工作台(10)下方并朝向 RTM 模具(8)。

## 一种采用微波超声固化纤维增强复合材料构件的方法及其专用装置

### 技术领域

[0001] 本发明属于复合材料成型及加工领域,具体是指采用微波超声固化纤维增强复合材料构件的方法及其专用装置。

### 背景技术

[0002] 纤维增强树脂基复合材料具有较高的比强度和比刚度,质量轻、耐热、耐腐蚀、抗疲劳、减震性能好等优点,广泛用于航空航天领域、交通运输、风力发电、电子电力等领域。预浸料则是把强化纤维(碳纤维、玻璃纤维、芳纶纤维)浸渍在基体(环氧树脂、聚酯树脂、热可塑性树脂等)中制成的预浸料片材产品,是纤维增强树脂基复合材料的中间材料。

[0003] 由于纤维增强树脂基复合材料具有上述优异的性能,在应用过程中针对不同的复合材料构件发展出了不同的成型方法。其中,树脂传递模塑成型方法在航空航天、汽车制造和石油化工等领域有着非常广泛的应用,尤其是在航空航天领域已经成为最为重要的成型工艺。但传统的树脂传递模塑成型工艺存在许多的问题和缺陷:(1)复合材料固化时间长、能耗高及资源利用率低。(2)加热方式效率低,时间长,温度控制具有滞后性,大量的能源被消耗。(3)树脂浸润不充分,局部区域无法渗透。由于采用压力注胶或者真空注胶,注射压力低,充模过程缓慢,对厚层合板纤维增强体的浸润性不够,导致在固化中粘性和固化度的各向异性,极大的影响了复合材料零件的质量和性能。并且较差的纤维增强体几何形态对固化厚截面层板内部微裂纹的发展和脱胶有显著影响。同时,传统固化的复合材料胶结界面存在一些缺陷,力学性能不够理想,影响复合材料的质量和使用寿命。

### 发明内容

[0004] 本发明提供了一种采用微波超声固化纤维增强复合材料构件的方法及其专用装置,可以解决传统复合材料成型方法制造纤维增强复合材料时时间长、能耗高、纤维浸润不充分和局部区域无法充模的问题,提高复合材料零件的质量和性能。

[0005] 本发明所述的一种采用微波超声固化纤维增强复合材料构件的方法,其包括以下步骤:首先将纤维增强体预制件铺放在涂有脱模剂的上下模具中,合模后注入树脂进行充模,在注入树脂过程中,使用超声波对模具进行照射,加快树脂渗透入纤维增强体预制件的过程,同时增加浸润性;当充模完成后,使用微波加热模具中的纤维增强体预制件直至树脂完全固化;之后将模具及其中的纤维增强体预制件自然冷却至室温,构件固化完成。

[0006] 此外,本发明还提供了一种采用微波超声固化纤维增强复合材料构件的专用装置,包括控制器、注胶系统、储存罐、配胶槽和 RTM (Resin Transfer Molding,树脂传递模塑成型)模具,所述配胶槽经注胶管道依次连接注胶系统、储存罐至 RTM 模具,控制器电连接注胶系统实现注胶控制,所述 TM 模具安装在一个微波谐振腔中,微波谐振腔外接微波发生器,在微波谐振腔内还设有超声换能器,该超声换能器外接超声发生器,微波发生器和超声发生器的控制端同样设置在控制器上。

[0007] 作为改进,所述 RTM 模具安装在工作台上,超声换能器安装在工作台下方并朝向 RTM 模具。

[0008] 本发明的有益效果:

[0009] 1、本发明可以成型高性能、层间剪切强度高,尺寸稳定性好、内应力和变形小的纤维增强树脂基复合材料,同时极大的缩短了生产时间,提高了能源利用率,实现了纤维增强树脂基复合材料的快速固化成型。

[0010] 2、本发明采用功率线性可调的微波加热技术和高频超声波技术,提高了树脂的浸润性和渗透性,在短时间内完成纤维增强树脂基复合材料的成型过程,提高了零件的质量和性能。同时,微波加热中消耗的功率几乎都使被加热物升温,加热室内的空气与相应的容器都不会发热,所以具有极高的生产效率和能源利用率,生产环境也明显改善。

## 附图说明

[0011] 图 1 是本发明专用装置的结构示意图。

## 具体实施方式

[0012] 如图 1 所示,本发明所采用的专用装置,主要包括控制器 1、注胶系统 2、储存罐 4、微波谐振腔 7、RTM 模具 8、配胶槽 14、超声换能器 11、微波发生器和超声发生器 13,所述的控制器 1 通过线路管道与注胶系统 2 相连,注胶系统 2 中设有注胶泵 3,配胶槽 14 经注胶管依次连接注胶泵 3、储存罐 4 连接 RTM 模具 8,注胶管上还设有阀门及压力表 5。RTM 模具 8 安装在工作台 10 上并位于一个微波谐振腔 7 中。RTM 模具 8 两侧分别具有出胶口 6 和注胶口 12,微波谐振腔 7 外接微波发生器,在微波谐振腔 7 内还设有超声换能器 11,该超声换能器 11 安装在工作台 10 下方并朝向 RTM 模具 8,该超声换能器 11 外接超声发生器 13,微波发生器和超声发生器 13 的控制端同样设置在控制器 1 上。RTM 模具 8 内放有复合材料零件 9。

[0013] 本发明的方法采用树脂传递模塑技术对树脂进行充模,并通过功率线性可调的微波对放置于多模谐振腔体中的纤维增强树脂基复合材料零件和模具进行加热;纤维增强体预制品铺放在涂有脱模剂的上下模具中,合模后,按工艺规程注入未固化的树脂,树脂基体在高频超声波的作用下,加快完成渗透纤维增强体的过程;充模完成后,微波穿透模具和纤维增强体,加热树脂,完成复合材料零件的固化过程;同时,装置内的温度、压力和流量控制器实时测量构件的温度,复合材料零件成型后,直接取出模具和复合材料,在谐振腔外部冷却至室温后脱模。

[0014] 具体步骤为:

[0015] 1、将预先铺放好的纤维增强体预成型件放置到 RTM 模具 8 中,上下模具合模,在模具边缘加密封条和螺栓固定,并留出注胶口和出胶口。

[0016] 2、待装置上电,启动带有控制温度、压力和流量的控制器 1,选择手动控制或自动控制;手动控制时,由人工控制加热功率、加热时间和注胶压力大小;自动控制时,由上位机编程输入控制面板,PLC 控制装置自动运行,按工艺规程开始加压和注胶,树脂在配胶槽 14 中完成与固化剂的混合,并由注胶泵 3 开始向 RTM 模具 8 中注胶,注胶后,启动超声波加工系统,将超声波传递到树脂内部。

[0017] 3、当充模完成时,出胶口关闭;启动微波加热系统,将微波馈入多模型微波谐振腔7中后,开始加热纤维增强树脂基复合材料,控制系统实时测量压力、真空和温度值,显示到上位机界面;当构件温度达到固化转变温度后,保温一段时间。

[0018] 4、停止微波加热,将RTM模具8和复合材料零件9移至装置外,自然冷却降温,温度降至室温后,零件固化成型完成。

[0019] 对于所述的功率线性可调的微波加热源,其微波的频率按国家标准为2.45GHz或915MHz,微波的功率按腔体的大小和加热介质的升温工艺要求,可在0至最大功率之间线性调节。

[0020] 微波加热技术是以电磁波穿透材料,将微波能转变成热能,对材料里外进行均匀加热的技术。超声加工技术是将高频电流输入磁致伸缩超声换能器,产生超声波,并将超声波作用于被加工材料,其运行过程平稳有效。微波加热固化时间短、温度易于控制、能耗低,适于成型大尺寸的树脂传递模塑复材零件。且超声波通过固体介质传递到复合材料树脂中,能够提高复合材料零件性能。同时,微波加热中消耗的功率几乎都使被加热物升温,加热室内的空气与相应的容器都不会发热,所以具有极高的生产效率和能源利用率,生产环境也明显改善。

[0021] 本发明提供了一种采用微波超声固化纤维增强复合材料构件的方法及其专用装置形式和实施方式,以上所述仅是本发明的优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以作出若干改进,这些改进也应视为本发明的保护范围。

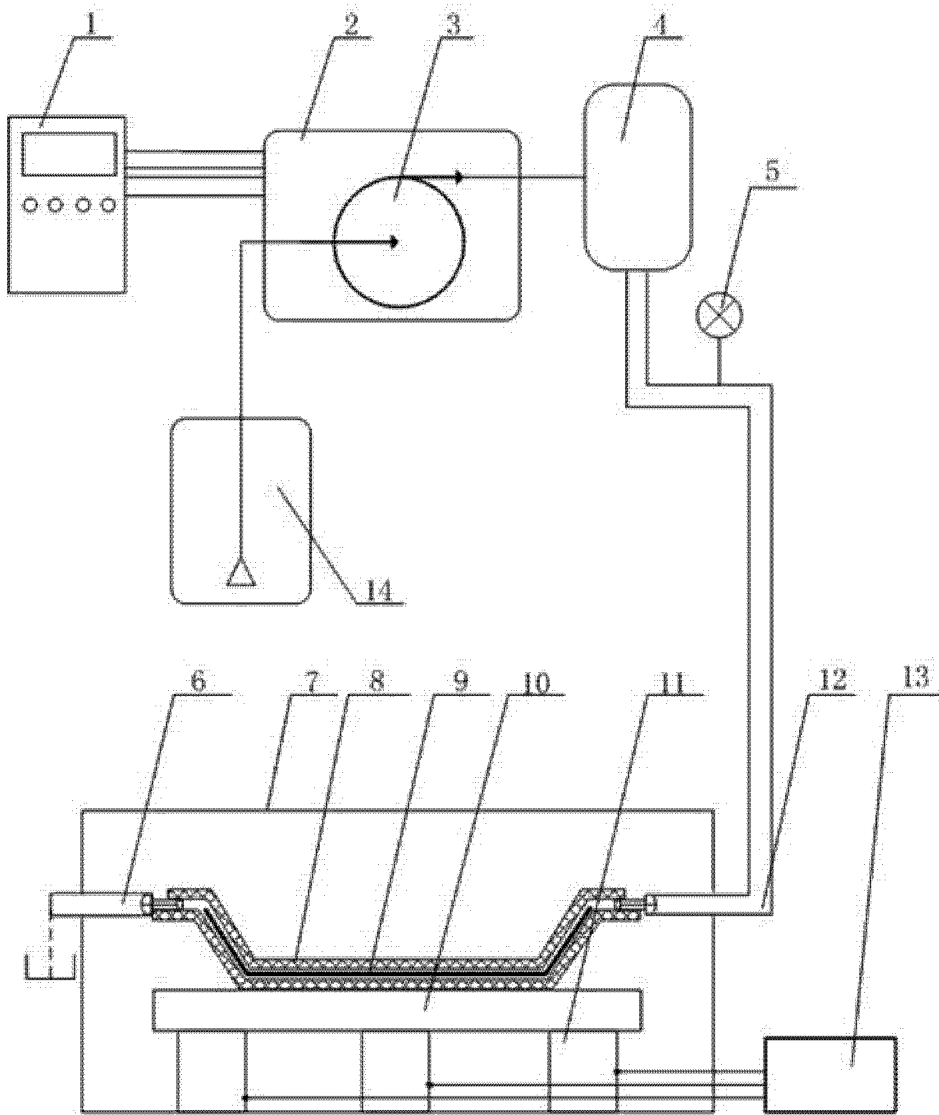


图 1