



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103464728 B

(45) 授权公告日 2015. 05. 13

(21) 申请号 201310382293. X

(22) 申请日 2013. 08. 28

(73) 专利权人 西北工业大学

地址 710072 陕西省西安市友谊西路 127 号

(72) 发明人 周计明 郑武强 齐乐华 马玉钦

卫新亮 房鑫 鞠录岩

(74) 专利代理机构 西北工业大学专利中心

61204

代理人 王鲜凯

(51) Int. Cl.

B22D 23/04(2006. 01)

G22C 1/00(2006. 01)

审查员 郑雪梅

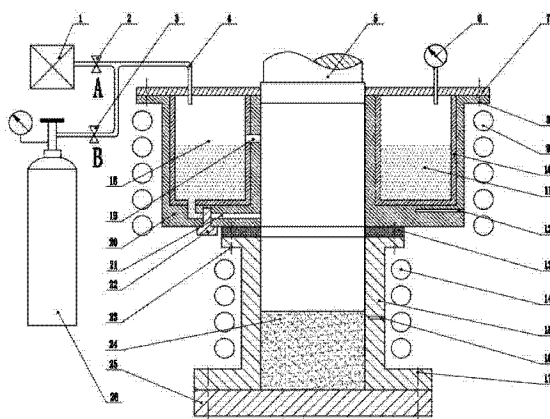
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

镁基复合材料成形装置及利用该装置成形镁基复合材料的方法

(57) 摘要

本发明公开了一种镁基复合材料成形装置及利用该装置成形镁基复合材料的方法,用于解决现有的金属基复合材料成形装置成形金属基复合材料工艺复杂的技术问题。技术方案是坩埚与挤压筒连接成一体,通过坩埚底部内置短流道实现熔融镁合金的浇注,利用凸模压力实现预制体浸渗与镁基复合材料液固压力成形。浇注过程无需外部装置,整个装置紧凑简单;在加热过程中镁合金与预制体分离,避免了两者发生界面反应生成脆性相;熔炼坩埚与挤压筒间设置隔热环,防止加热过程中两者间的热量交换,保证了镁合金液与预制体的温度分别进行控制,实现镁合金液与预制体在多种温度组合条件下进行浸渗;镁合金浇注通过内置短流道上的截止阀进行控制,操作简便。



1. 一种镁基复合材料成形装置,其特征在于:包括熔炼浇注系统、真空气压浸渗系统和挤压浸渗成形系统三部分;熔炼浇注系统包括第一加热炉(9)、环形坩埚(10)、熔炼腔上盖(7)、第一螺栓组(8)、坩埚外套(20)、短流道(21)、截止阀(22)、A气阀(2)、B气阀(3)、气管(4)、真空表(6)、真空泵(1)和Ar气瓶(26);坩埚外套(20)是环筒形结构,坩埚(10)置于环筒内,第一加热炉(9)置于环筒外壁,熔炼腔上盖(7)覆于坩埚外套(20)上,通过第一螺栓组(8)连接,从而形成一密闭的熔炼腔(18),气管(4)通过两条支路分别与真空泵(1)和Ar气瓶(26)连接,真空表(6)固定于熔炼腔上盖(7)上,位于气管(4)两条支路上的A气阀(2)和B气阀(3)分别控制真空泵(1)和Ar气瓶(26)与熔炼腔(18)的联通状态;真空气压浸渗系统包括B气阀(3)、气管(4)、通气孔(19)和Ar气瓶(26);Ar气瓶(26)提供的气压通过气管(4)、熔炼腔(18)、通气孔(19)进入挤压筒,对浇注到挤压筒内的合金液(11)施加气压,使其在气压下渗入预制体(24);挤压浸渗成形系统包括凸模(5)、第三螺栓组(23)、第二螺栓组(17)、第二加热炉(14)、底板(25)和挤压筒(15);第二加热炉(14)环绕挤压筒(15)放置,凸模(5)伸入挤压筒(15)下行提供挤压力,挤压筒(15)底部通过第二螺栓组(17)固定在底板(25)上,用于固定镁基复合材料成形装置,挤压筒(15)顶部采用凸模(5)密封;坩埚外套(20)和挤压筒(15)上分别设置第一热电偶孔(12)和第二热电偶孔(16),用于放置热电偶监测合金液(11)熔炼温度和预制体(24)的预热温度。

2. 一种利用权利要求1所述镁基复合材料成形装置成形镁基复合材料的方法,其特征在于包括以下步骤:

(a) 将欲浸渗的预制体放置于挤压筒(15)内,利用第二螺栓组(17)将挤压筒(15)与底板(25)连接;将坩埚外套(20)置于挤压筒(15)上,并通过第三螺栓组(23)将坩埚外套(20)与挤压筒(15)连接为一体,坩埚外套(20)与挤压筒(15)之间放置隔热环13;将固体镁合金放入熔炼腔(18)内,盖上熔炼腔上盖(7),通过第一螺栓组(8)将熔炼腔上盖(7)与坩埚外套(20)紧固,密封熔炼浇注系统,将气管(4)由熔炼腔上盖(7)接出,一端与真空泵(1)连接,另一端与Ar气瓶(26)连接,在与真空泵连接的支路上安装A气阀(2),在与氩气瓶连接的支路上安装B气阀(3);而后凸模(5)下行进入挤压筒(15)内,将挤压筒密封;检查截止阀(22)处于关闭状态;

(b) 关闭B气阀(3),打开A气阀(2),启动真空泵(1),对挤压筒(15)和熔炼腔(18)抽真空,当真空表(6)的真空度达到 $10\text{kPa} \sim 20\text{kPa}$ 时,保持 $60 \sim 100\text{s}$ 以检验装置的气密性,压降低于 10% 时符合气密性要求,关闭真空泵(1);否则检验漏气源,重复步骤(a)、(b)再进行连接;

(c) 关闭A气阀(2),打开B气阀(3),持续通入惰性保护气Ar气,气体压力为 $0.1\text{MPa} \sim 0.2\text{MPa}$,使后续步骤中镁合金能在Ar气保护气体环境下熔化;

(d) 利用第一加热炉(9)对环形坩埚(10)进行加热,使镁合金熔化,利用第二加热炉(14)对挤压筒(15)内的预制体(24)进行预热,当环形坩埚(10)内的温度达到 $750^\circ\text{C} \sim 800^\circ\text{C}$,挤压筒(15)内的温度达到 $300^\circ\text{C} \sim 400^\circ\text{C}$ 时,断开电源,停止加热;

(e) 关闭B气阀(3),开启A气阀(2),启动真空泵(1),对环形坩埚(10)和挤压筒(15)抽真空,使真空度达到 $10\text{kPa} \sim 20\text{kPa}$;

(f) 打开旋转截止阀(22),此时短流道(21)与挤压筒(15)连通,镁合金在自身重力作用下通过短流道(21)注入挤压筒(15),关闭截止阀(22),关闭A气阀(2);

(g) 打开 B 气阀 (3), 通入 0.5MPa ~ 0.6MPa Ar 气, Ar 气通过通气孔 (19) 进入挤压筒 (15), 作用于合金液 (11) 的液面上, 实现气压浸渗, Ar 气保压时间为 10 ~ 20s ;

(h) 凸模 (5) 下行接触到合金液 (11) 并对其施加挤压力, 继续下行增大挤压力, 实现合金液固高压浸渗以及成形复合材料的致密化, 此阶段压力为 50MPa ~ 100MPa, 保压时间 60 ~ 100s ;

(i) 先后取下第一加热炉 (9) 和第二加热炉 (14), 将镁基复合材料成形装置在空气中冷却 ;

(j) 冷却后拆卸第二螺栓组 (17) 和第三螺栓组 (23), 将挤压筒 (15) 取下置于压机上, 将复合材料顶出, 得到镁基复合材料。

镁基复合材料成形装置及利用该装置成形镁基复合材料的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种金属基复合材料成形装置,特别是涉及一种镁基复合材料成形装置。还涉及利用该装置成形镁基复合材料的方法。

背景技术

[0002] 镁基复合材料因其比强度、比刚度高以及尺寸稳定性好等优点,是航空、航天领域最具发展前景的高性能材料之一。

[0003] 液态浸渗法是制备镁基复合材料最为经济的方法之一,具体包括无压浸渗、气压浸渗、真空压力浸渗以及挤压浸渗等。由于镁合金活性较高,需在保护气氛下熔炼浇注,以避免发生氧化、燃烧现象,导致意外,因此在装置设计方面需要给予特殊考虑。

[0004] 参见图 2。文献“专利公开号是 CN101323919A 的中国发明专利”公开了一种真空压力浸渗制备金属基复合材料的方法,该方法首先将欲浸渗的预制体 7 和金属合金 6 放入模具 8 内,然后对真空容器 4 内抽真空,利用加热体 5 加热真空容器至金属合金熔点以上 $5^{\circ}\text{C} \sim 200^{\circ}\text{C}$,并保温 10 ~ 90 分钟,待合金完全熔化,启动液压油缸 1 推动上压头 2 使密封塞 3 进入模具 8 内,模具 8 内的压强为 0.1MPa ~ 200MPa,合金液在压力下渗入预制体 7 的孔隙内,上压头 2 与下压头 9 配合保持压力 20 ~ 60 分钟,停止加热,装置冷却降至室温,最后利用车削方法将复合材料取出。

[0005] 文献公开的方法实现了合金熔炼与复合材料挤压成形集成于一体,制备装置具有成本低、加压方便、安全性高等优点,但是该技术存在以下不足:金属熔炼与预制体预热同步进行,高温下金属液与预制体长时间接触,易发生界面反应生成脆性相并有可能成为复合材料整体破坏的裂纹源,使复合材料性能提高程度受限;通过车削方式移除模具,继而取出复合材料,使得成形制件难于取出,并造成了模具的不可重用;复合材料成形装置需置于真空容器内,工艺设备要求高,且成形复合材料制件的尺寸受到真空容器尺寸的限制。

发明内容

[0006] 为了克服现有的金属基复合材料成形装置成形金属基复合材料工艺复杂的不足,本发明提供一种镁基复合材料成形装置。该装置将坩埚与挤压筒连接成一体,通过坩埚底部内置短流道实现熔融镁合金的浇注,利用凸模压力实现预制体浸渗与镁基复合材料液固压力成形。浇注过程无需外部装置,整个装置紧凑简单;在加热过程中镁合金与预制体分离,可避免两者发生界面反应生成脆性相;熔炼坩埚与挤压筒间设置隔热环,防止加热过程中两者间的热量交换,保证镁合金液与预制体的温度可分别进行控制,实现镁合金液与预制体在多种温度组合条件下进行浸渗,以减小界面反应程度;镁合金浇注通过内置短流道上的截止阀进行控制,操作简便;浇注—浸渗—镁基复合材料成形在密闭环境下进行,可避免整个镁基复合材料整个成形过程中合金的氧化现象。

[0007] 本发明还提供利用上述镁基复合材料成形装置成形镁基复合材料的方法。

[0008] 本发明解决其技术问题所采用的技术方案是：一种镁基复合材料成形装置，其特点是：包括熔炼浇注系统、真空气压浸渗系统和挤压浸渗成形系统三部分。熔炼浇注系统包括第一加热炉 9、环形坩埚 10、熔炼腔上盖 7、第一螺栓组 8、坩埚外套 20、短流道 21、截止阀 22、A 气阀 2、B 气阀 3、气管 4、真空表 6、真空泵 1 和 Ar 气瓶 26；坩埚外套 20 是环筒形结构，坩埚 10 置于环筒内，第一加热炉 9 置于环筒外壁，熔炼腔上盖 7 覆于坩埚外套 20 上，通过第一螺栓组 8 连接，从而形成一密闭的熔炼腔 18，气管 4 通过两条支路分别与真空泵 1 和 Ar 气瓶 26 连接，真空表 6 固定于熔炼腔上盖 7 上，位于气管 4 两条支路上的气阀 A2 和气阀 B3 分别控制真空泵 1 和 Ar 气瓶 26 与熔炼腔 18 的联通状态。真空气压浸渗系统包括 B 气阀 3、气管 4、通气孔 19 和 Ar 气瓶 26；Ar 气瓶 26 提供的气压通过气管 4、熔炼腔 18、通气孔 19 进入挤压筒，对浇注到挤压筒的合金液 11 施加气压，使其在气压下渗入预制体 24。挤压浸渗成形系统包括凸模 5、第三螺栓组 23、第二螺栓组 17、第二加热炉 14、底板 25 和挤压筒 15；第二加热炉 14 环绕挤压筒 15 放置，凸模 5 伸入挤压筒 15 下行提供挤压力，挤压筒 15 底部通过第二螺栓组 17 固定在底板 25 上，用于固定镁基复合材料成形装置，挤压筒 15 顶部采用凸模 5 密封。坩埚外套 20 和挤压筒 15 上分别设置第一热电偶孔 12 和第二热电偶孔 16，用于放置热电偶监测合金液 11 熔炼温度和预制体 24 的预热温度。

[0009] 一种利用上述镁基复合材料成形装置成形镁基复合材料的方法，其特点是包括以下步骤：

[0010] (a) 将欲浸渗的预制体放置于挤压筒 15 内，利用第二螺栓组 17 将挤压筒 15 与底板 25 连接；将坩埚外套 20 置于挤压筒 15 上，并通过第三螺栓组 23 将坩埚外套 20 与挤压筒 15 连接为一体，坩埚外套 20 与挤压筒 15 之间放置隔热环 13；将固体镁合金放入熔炼腔 18 内，盖上熔炼腔上盖 7，通过第一螺栓组 8 将熔炼腔上盖 7 与坩埚外套 20 紧固，密封熔炼浇注系统，将气管 4 由熔炼腔上盖 7 接出，一端与真空泵 1 连接，另一端与 Ar 气瓶 26 连接，在与真空泵连接的支路上安装 A 气阀 2，在与氩气瓶连接的支路上安装 B 气阀 3；而后凸模 5 下行进入挤压筒 15 内，将挤压筒密封；检查截止阀 22 处于关闭状态。

[0011] (b) 关闭 B 气阀 3，打开 A 气阀 2，启动真空泵 1，对挤压筒 15 和熔炼腔 18 抽真空，当真空表 6 的真空度达到 10kPa ~ 20kPa 时，保持 60 ~ 100s 以检验装置的气密性，压降低于 10% 时符合气密性要求，关闭真空泵 1。否则检验漏气源，重复步骤(a)、(b)再进行连接。

[0012] (c) 关闭 A 气阀 2，打开 B 气阀 3，持续通入惰性保护气 Ar 气，气体压力为 0.1MPa ~ 0.2MPa，使后续步骤中镁合金能在 Ar 气保护气体环境下熔化。

[0013] (d) 利用第一加热炉 9 对环形坩埚 10 进行加热，使镁合金熔化，利用第二加热炉 14 对挤压筒 15 内的预制体 24 进行预热，当环形坩埚 10 内的温度达到 750℃ ~ 800℃，挤压筒 15 内的温度达到 300℃ ~ 400℃ 时，断开电源，停止加热。

[0014] (e) 关闭 B 气阀 3，开启 A 气阀 2，启动真空泵 1，对环形坩埚 10 和挤压筒 15 抽真空，使真空度达到 10kPa ~ 20kPa；

[0015] (f) 打开旋转截止阀 22，此时短流道 21 与挤压筒 15 连通，镁合金在自身重力作用下通过短流道 21 注入挤压筒 15，关闭截止阀 22，关闭 A 气阀 2。

[0016] (g) 打开 B 气阀 3，通入 0.5MPa ~ 0.6MPa Ar 气，Ar 气通过通气孔 19 进入挤压筒 15，作用于合金液 11 的液面上，实现气压浸渗，Ar 气保压时间为 10 ~ 20s。

[0017] (h) 凸模 5 下行接触到合金液 11 并对其施加挤压力，继续下行增大挤压力，实现

合金液固高压浸渗以及成形复合材料的致密化,此阶段压力为 50MPa ~ 100MPa,保压时间 60 ~ 100s。

[0018] (i) 先后取下第一加热炉 9 和第二加热炉 14,将镁基复合材料成形装置在空气中冷却。

[0019] (j) 冷却后拆卸第二螺栓组 17 和第三螺栓组 23,将挤压筒 15 取下置于压机上,将复合材料顶出,得到镁基复合材料。

[0020] 本发明的有益效果是:该装置将坩埚与挤压筒连接成一体,通过坩埚底部内置短流道实现熔融镁合金的浇注,利用凸模压力实现预制体浸渗与镁基复合材料液固压力成形。浇注过程无需外部装置,整个装置紧凑简单;在加热过程中镁合金与预制体分离,避免了两者发生界面反应生成脆性相;熔炼坩埚与挤压筒间设置隔热环,防止加热过程中两者间的热量交换,保证了镁合金液与预制体的温度分别进行控制,实现镁合金液与预制体在多种温度组合条件下进行浸渗,减小了界面反应程度;镁合金浇注通过内置短流道上的截止阀进行控制,操作简便;浇注—浸渗—镁基复合材料成形在密闭环境下进行,避免了镁基复合材料整个成形过程中合金的氧化现象。

[0021] 下面结合附图和实施例对本发明作详细说明。

附图说明

[0022] 图 1 是本发明镁基复合材料成形装置的结构示意图。

[0023] 图中,1- 真空泵,2-A 气阀,3-B 气阀,4- 气管,5- 凸模,6- 真空表,7- 熔炼腔上盖,8- 第一组螺栓,9- 第一加热炉,10- 环形坩埚,11- 合金液,12- 第一热电偶孔,13- 隔热环,14- 第二加热炉,15- 挤压筒,16- 第二热电偶孔,17- 第二组螺栓,18- 熔炼腔,19- 通气孔,20- 坩埚外套,21- 短流道,22- 截止阀,23- 第三组螺栓,24- 预制体,25- 底板,26-Ar 气瓶。

[0024] 图 2 是背景技术金属基复合材料成形装置的结构示意图。

[0025] 图中,1- 液压油缸,2- 上压头,3- 密封塞,4- 真空容器,5- 加热体,6- 金属合金,7- 预制体,8- 模具,9- 下压头。

具体实施方式

[0026] 实施例 1。镁基复合材料成形装置包括熔炼浇注系统、真空气压浸渗系统和挤压浸渗成形系统三部分。熔炼浇注系统包括第一加热炉 9、环形坩埚 10、熔炼腔上盖 7、第一螺栓组 8、坩埚外套 20、短流道 21、截止阀 22、A 气阀 2、B 气阀 3、气管 4、真空表 6、真空泵 1 和 Ar 气瓶 26;坩埚外套 20 是环筒形结构,坩埚 10 置于环筒内,第一加热炉 9 置于环筒外壁,熔炼腔上盖 7 覆于坩埚外套 20 上,通过第一螺栓组 8 连接,从而形成一密闭的熔炼腔 18,气管 4 通过两条支路分别与真空泵 1 和 Ar 气瓶 26 连接,真空表 6 固定于熔炼腔上盖 7 上,位于气管 4 两条支路上的气阀 A2 和气阀 B3 分别控制真空泵 1 和 Ar 气瓶 26 与熔炼腔 18 的联通状态。真空气压浸渗系统包括 B 气阀 3、气管 4、通气孔 19 和 Ar 气瓶 26;Ar 气瓶 26 提供的气压通过气管 4、熔炼腔 18、通气孔 19 进入挤压筒,对浇注到挤压筒的合金液 11 施加气压,使其在气压下渗入预制体 24。挤压浸渗成形系统包括凸模 5、第三螺栓组 23、第二螺栓组 17、第二加热炉 14、底板 25 和挤压筒 15;第二加热炉 14 环绕挤压筒 15 放置,凸模 5 伸入挤压筒 15 下行提供挤压力,挤压筒 15 底部通过第二螺栓组 17 固定在底板 25 上,用

于固定镁基复合材料成形装置,挤压筒 15 顶部采用凸模 5 密封。坩埚外套 20 和挤压筒 15 上分别设置第一热电偶孔 12 和第二热电偶孔 16,用于放置热电偶监测合金液 11 熔炼温度和预制体 24 的预热温度。

[0027] 实施例 2。本实施例中所用基体合金为 AZ91D 镁合金,预制体采用 T700 碳纤维,预制体制备过程:首先经过无纬布 $0^{\circ}/90^{\circ}$ 正交叠层排布,并利用单束碳纤维穿刺缝制成为预制体,再通过化学气相沉积(CVD)法在碳纤维表面沉积热解碳(PyC)涂层。

[0028] 使用该内置短流道浇注-挤压一体式成形装置制备 C_f/Mg 复合材料的方法,其实施过程包括以下步骤:

[0029] (a) 连接成形装置的各个系统。将碳纤维预制体放置于挤压筒 15 内,利用第二螺栓组 17 将挤压筒 15 与底板 25 连接;将坩埚外套 20 置于挤压筒 15 上,并通过第三螺栓组 23 将坩埚外套 20 与挤压筒 15 连接为一体,坩埚外套 20 与挤压筒 15 之间放置隔热环 13;将固体 AZ91D 合金放入熔炼腔 18 内,盖上熔炼腔上盖 7,通过第一螺栓组 8 将熔炼腔上盖 7 与坩埚外套 20 紧固,密封熔炼浇注系统,将气管 4 由熔炼腔上盖 7 接出,一端与真空泵 1 连接,另一端与 Ar 气瓶 26 连接,在与真空泵连接的支路上安装 A 气阀 2,在与氩气瓶连接的支路上安装 B 气阀 3;而后凸模 5 下行进入挤压筒 15 内,将挤压筒密封;检查截止阀 22 处于关闭状态。

[0030] (b) 检查装置的气密性。关闭 B 气阀 3,打开 A 气阀 2,启动真空泵 1,对挤压筒 15 和熔炼腔 18 抽真空,当真空表 6 的真空度达到 10kPa 时,保压 100s 以检验装置的气密性,压降低于 10%时符合气密性要求,关闭真空泵 1。否则检验漏气源,重复步骤(a)、(b)再进行连接。

[0031] (c) 成形装置加热。关闭 A 气阀 2,打开 B 气阀 3,持续通入惰性保护气 Ar 气,气体压力为 0.1MPa,使后镁合金能在保护气体下熔化。

[0032] (d) 利用第一加热炉 9 对环形坩埚 10 进行加热,使 AZ91D 合金熔化,利用第二加热炉 14 对挤压筒 15 内的预制体 24 进行预热,当环形坩埚 10 内的温度达到 750°C ,挤压筒 15 内的温度达到 300°C 时,断开电源,停止加热。

[0033] (e) 浇注前抽真空。关闭 B 气阀 3,开启 A 气阀 2,启动真空泵 1,对环形坩埚 10 和挤压筒 15 抽真空,使真空度达到 10kPa,尽量减少预制体 24 在浇注、浸渗前的气体含量;

[0034] (f) 镁合金浇注。打开旋转截止阀 22,此时短流道 21 与挤压筒 15 连通,镁合金在自身重力作用下通过短流道 21 注入挤压筒 15,关闭截止阀 22,关闭 A 气阀 2。

[0035] (g) 真空气压浸渗。打开 B 气阀 3,通入 0.5MPa 的 Ar 气,气体通过通气孔 19 进入挤压筒 15,作用于合金液 11 的液面,实现气压浸渗,Ar 气保压时间为 10s。

[0036] (h) 挤压浸渗。凸模 5 下行接触合金液并对其施加挤压力,继续下行增大挤压力,实现合金液高压浸渗以及成形复合材料的致密化,此阶段压力为 50MPa,保压时间 60s。

[0037] (i) 成形装置冷却。先后取下加热炉 9 和加热炉 14,实现整个成形装置在空气中冷却。

[0038] (j) 冷却后拆卸第二螺栓组 17 和第三螺栓组 23,将挤压筒 15 取下置于压机上,将复合材料顶出,得到所需镁基复合材料。

[0039] 实施例 3。

[0040] (a) 连接成形装置的各个系统。将碳纤维预制体放置于挤压筒 15 内,利用第二螺

栓组 17 将挤压筒 15 与底板 25 连接;将坩埚外套 20 置于挤压筒 15 上,并通过第三螺栓组 23 将坩埚外套 20 与挤压筒 15 连接为一体,坩埚外套 20 与挤压筒 15 之间放置隔热环 13;将固体 AZ91D 合金放入熔炼腔 18 内,盖上熔炼腔上盖 7,通过第一螺栓组 8 将熔炼腔上盖 7 与坩埚外套 20 紧固,密封熔炼浇注系统,将气管 4 由熔炼腔上盖 7 接出,一端与真空泵 1 连接,另一端与 Ar 气瓶 26 连接,在与真空泵连接的支路上安装 A 气阀 2,在与氩气瓶连接的支路上安装 B 气阀 3;而后凸模 5 下行进入挤压筒 15 内,将挤压筒密封;检查截止阀 22 处于关闭状态。

[0041] (b) 检查装置的气密性。关闭 B 气阀 3,打开 A 气阀 2,启动真空泵 1,对挤压筒 15 和熔炼腔 18 抽真空,当真空表 6 的真空度达到 15kPa 时,保压 80s 以检验装置的气密性,压降低于 10%时符合气密性要求,关闭真空泵 1。否则检验漏气源,重复步骤(a)、(b)再进行连接。

[0042] (c) 成形装置加热。关闭 A 气阀 2,打开 B 气阀 3,持续通入惰性保护气 Ar 气,气体压力为 0.1MPa,使后镁合金能在保护气体下熔化。

[0043] (d) 利用第一加热炉 9 对环形坩埚 10 进行加热,使 AZ91D 合金熔化,利用第二加热炉 14 对挤压筒 15 内的预制体 24 进行预热,当环形坩埚 10 内的温度达到 770℃,挤压筒 15 内的温度达到 350℃时,断开电源,停止加热。

[0044] (e) 浇注前抽真空。关闭 B 气阀 3,开启 A 气阀 2,启动真空泵 1,对环形坩埚 10 和挤压筒 15 抽真空,使真空度达到 15kPa,尽量减少预制体 24 在浇注、浸渗前的气体含量;

[0045] (f) 镁合金浇注。打开旋转截止阀 22,此时短流道 21 与挤压筒 15 连通,镁合金在自身重力作用下通过短流道 21 注入挤压筒 15,关闭截止阀 22,关闭 A 气阀 2。

[0046] (g) 真空气压浸渗。打开 B 气阀 3,通入 0.5MPa 的 Ar 气,气体通过通气孔 19 进入挤压筒 15,作用于合金液 11 的液面,实现气压浸渗,Ar 气保压时间为 15s。

[0047] (h) 挤压浸渗。凸模 5 下行接触合金液并对其施加挤压力,继续下行增大挤压力,实现合金液高压浸渗以及成形复合材料的致密化,此阶段压力为 80MPa,保压时间 80s。

[0048] (i) 成形装置冷却。先后取下加热炉 9 和加热炉 14,实现整个成形装置在空气中冷却。

[0049] (j) 冷却后拆卸第二螺栓组 17 和第三螺栓组 23,将挤压筒 15 取下置于压机上,将复合材料顶出,得到所需镁基复合材料。

[0050] 实施例 4。

[0051] (a) 连接成形装置的各个系统。将碳纤维预制体放置于挤压筒 15 内,利用第二螺栓组 17 将挤压筒 15 与底板 25 连接;将坩埚外套 20 置于挤压筒 15 上,并通过第三螺栓组 23 将坩埚外套 20 与挤压筒 15 连接为一体,坩埚外套 20 与挤压筒 15 之间放置隔热环 13;将固体 AZ91D 合金放入熔炼腔 18 内,盖上熔炼腔上盖 7,通过第一螺栓组 8 将熔炼腔上盖 7 与坩埚外套 20 紧固,密封熔炼浇注系统,将气管 4 由熔炼腔上盖 7 接出,一端与真空泵 1 连接,另一端与 Ar 气瓶 26 连接,在与真空泵连接的支路上安装 A 气阀 2,在与氩气瓶连接的支路上安装 B 气阀 3;而后凸模 5 下行进入挤压筒 15 内,将挤压筒密封;检查截止阀 22 处于关闭状态。

[0052] (b) 检查装置的气密性。关闭 B 气阀 3,打开 A 气阀 2,启动真空泵 1,对挤压筒 15 和熔炼腔 18 抽真空,当真空表 6 的真空度达到 20kPa 时,保压 60s 以检验装置的气密性,压

降低于 10%时符合气密性要求,关闭真空泵 1。否则检验漏气源,重复步骤(a)、(b)再进行连接。

[0053] (c)成形装置加热。关闭 A 气阀 2,打开 B 气阀 3,持续通入惰性保护气 Ar 气,气体压力为 0.2MPa,使后镁合金能在保护气体下熔化。

[0054] (d)利用第一加热炉 9 对环形坩埚 10 进行加热,使 AZ91D 合金熔化,利用第二加热炉 14 对挤压筒 15 内的预制体 24 进行预热,当环形坩埚 10 内的温度达到 800℃,挤压筒 15 内的温度达到 400℃时,断开电源,停止加热。

[0055] (e)浇注前抽真空。关闭 B 气阀 3,开启 A 气阀 2,启动真空泵 1,对环形坩埚 10 和挤压筒 15 抽真空,使真空度达到 20kPa,尽量减少预制体 24 在浇注、浸渗前的气体含量;

[0056] (f)镁合金浇注。打开旋转截止阀 22,此时短流道 21 与挤压筒 15 连通,镁合金在自身重力作用下通过短流道 21 注入挤压筒 15,关闭截止阀 22,关闭 A 气阀 2。

[0057] (g)真空气压浸渗。打开 B 气阀 3,通入 0.6MPa 的 Ar 气,气体通过通气孔 19 进入挤压筒 15,作用于合金液 11 的液面,实现气压浸渗,Ar 气保压时间为 20s。

[0058] (h)挤压浸渗。凸模 5 下行接触合金液并对其施加挤压力,继续下行增大挤压力,实现合金液高压浸渗以及成形复合材料的致密化,此阶段压力为 100MPa,保压时间 100s。

[0059] (i)成形装置冷却。先后取下加热炉 9 和加热炉 14,实现整个成形装置在空气中冷却。

[0060] (j)冷却后拆卸第二螺栓组 17 和第三螺栓组 23,将挤压筒 15 取下置于压机上,将复合材料顶出,得到所需镁基复合材料。

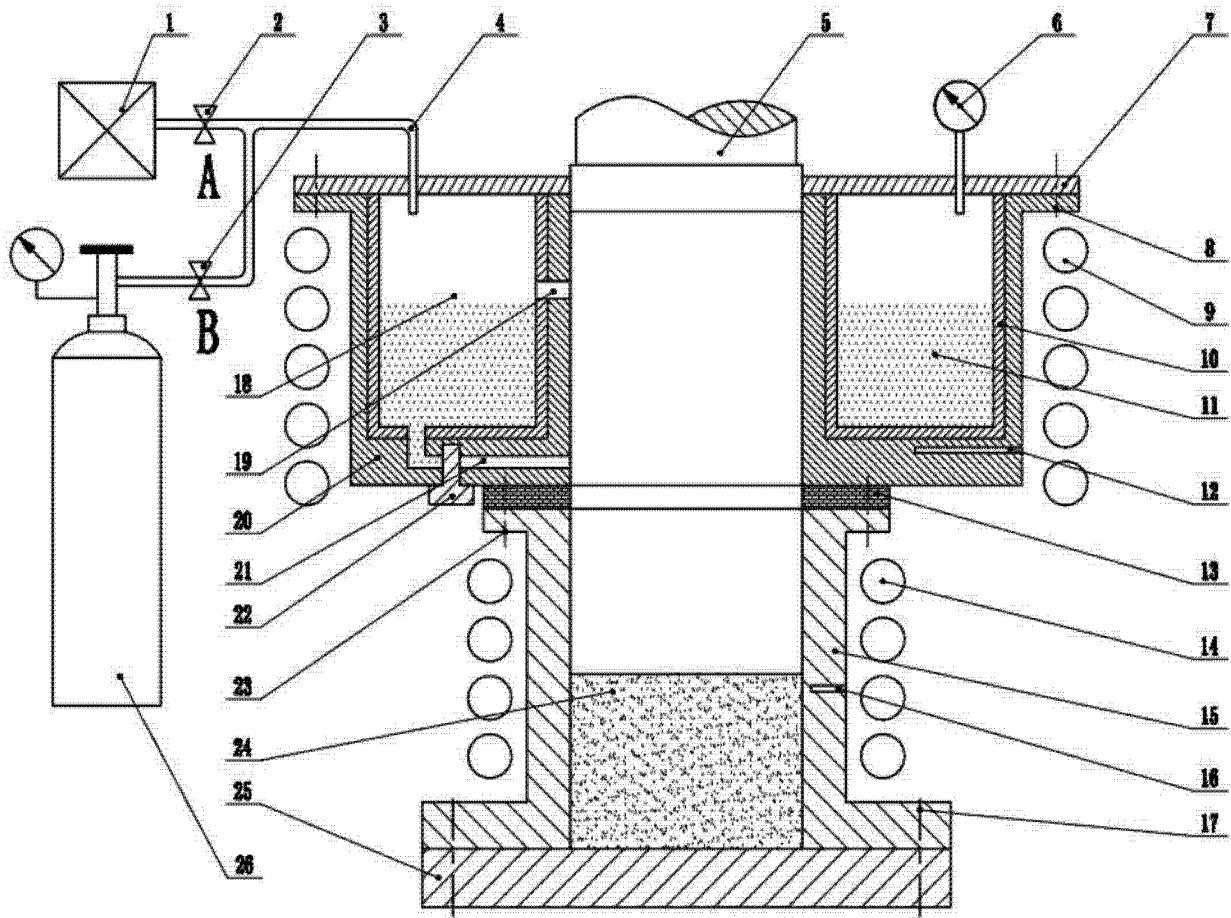


图 1

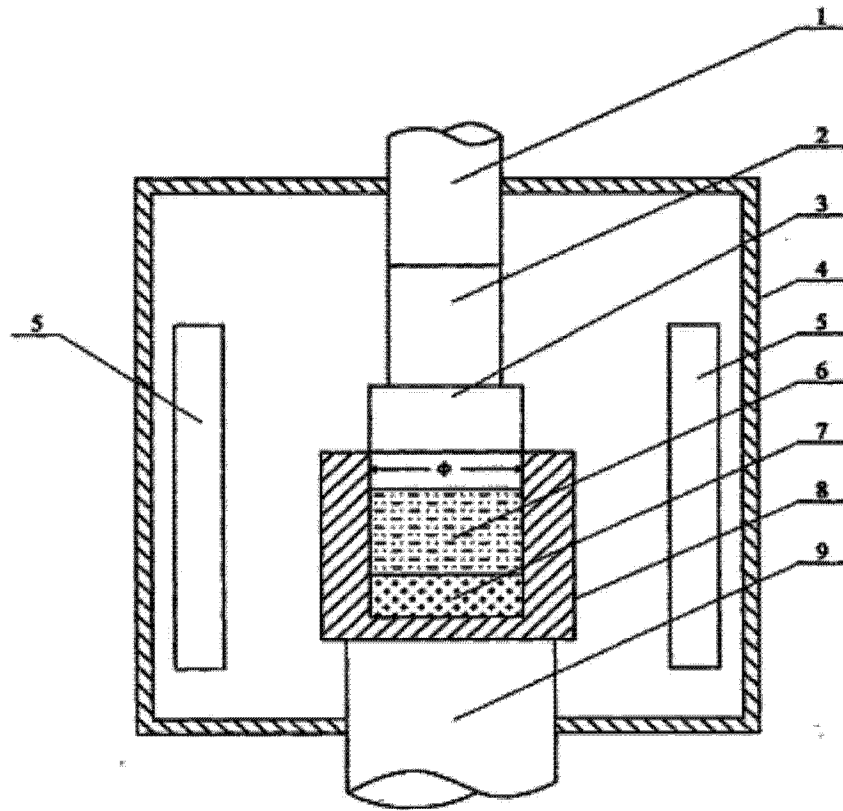


图 2