

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.



[12] 发明专利申请公布说明书

B21D 26/02 (2006.01)

B21D 37/16 (2006.01)

B21D 37/01 (2006.01)

[21] 申请号 200810209699.7

[43] 公开日 2009年4月29日

[11] 公开号 CN 101417299A

[22] 申请日 2008.12.15

[21] 申请号 200810209699.7

[71] 申请人 哈尔滨工业大学

地址 150001 黑龙江省哈尔滨市南岗区西大直街92号

[72] 发明人 张凯锋 李 超

[74] 专利代理机构 哈尔滨市松花江专利商标事务所

代理人 徐爱萍

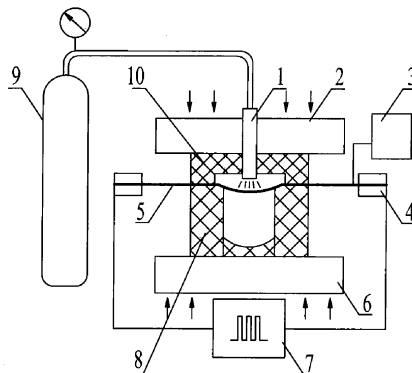
权利要求书2页 说明书4页 附图1页

[54] 发明名称

一种电脉冲辅助超塑成形装置及方法

[57] 摘要

一种电脉冲辅助超塑成形装置及方法。它涉及超塑气胀成形技术领域，解决了能量利用率低的缺点。装置的上模具、下模具分别置于待成形坯料的上下两侧，成形部位于模具的空腔中，压头封闭压紧绝缘模具和待成形坯料，气压装置的出气口穿透压头和绝缘模具置于腔体内；高频脉冲电源、坯料夹持电极和待成形坯料形成通电回路。应用该装置的步骤如下：首先根据待成形坯料的横截面尺寸和电阻数据，选择电流参数，使待成形坯料被迅速加热至其超塑性成形温度，加热速度可达 50 ~ 100°C/s；其次调整压力机压头的压边力，通过气压装置将惰性气体通入空腔中，使坯料发生超塑性变形。本发明应用在复杂零件制造业，极大地提高了制造能量的利用率与加热的效率。



1、一种电脉冲辅助超塑成形装置，其特征在于它包括高频脉冲电源(7)、气压装置、绝缘模具、压头和坯料夹持电极；绝缘模具由上模具(10)和下模具(8)组成，上模具(10)、下模具(8)分别置于待成形坯料(5)的上下两侧，待成形坯料(5)的成形部位置于上模具(10)和下模具(8)的空腔中，待成形坯料(5)的外边缘置于绝缘模具外部，压头封闭压紧绝缘模具和待成形坯料(5)，气压装置的出气口穿透压头和绝缘模具的上部置于绝缘模具的腔体内；坯料夹持电极的两个夹头(4)夹紧待成形坯料(5)的外边缘，坯料夹持电极的电极端连接在高频脉冲电源(7)上，所述高频脉冲电源(7)、坯料夹持电极和待成形坯料(5)形成通电回路。

2、根据权利要求1所述的一种电脉冲辅助超塑成形装置，其特征在于还包括红外测温仪(3)，红外测温仪(3)的探头设置在待成形坯料(5)上。

3、根据权利要求1或2所述的一种电脉冲辅助超塑成形装置，其特征在于绝缘模具采用陶瓷材料。

4、根据权利要求3所述的一种电脉冲辅助超塑成形装置，其特征在于压头由上压头(2)和下压头(6)组成；上压头(2)置于上模具(10)的上表面，下压头(6)置于下模具(8)的下表面。

5、根据权利要求1或4所述的一种电脉冲辅助超塑成形装置，其特征在于气压装置由高压惰性气瓶(9)和气嘴(1)组成，高压惰性气瓶(9)出气口与气嘴(1)的进气口密封连接，气嘴(1)的出气口穿透压头和绝缘模具的上部与绝缘模具的腔体内。

6、根据权利要求5所述的一种电脉冲辅助超塑成形装置，其特征在于所述气压装置的气嘴(1)与上模具(10)之间采用无机高温胶进行连接、密封。

7、应用权利要求1中的装置进行电脉冲辅助超塑成形方法，其特征在于步骤如下：

步骤一：用坯料夹持电极的两个夹头(4)将待成形坯料(5)夹紧，根据待成形坯料(5)的横截面尺寸和电阻数据，选择高频脉冲电源(7)输出的高频脉冲电流参数，使待成形坯料(5)被迅速加热至其超塑性成形温度，加热速度可达50~100°C/s；

步骤二：调整压力机压头的压边力，确保待成形坯料(5)与上模具(10)之间

形成密封空腔，通过气压装置将惰性气体通入待成形坯料(5)与上模具(10)形成的空腔中，经自由胀形、贴模等变形阶段使待成形坯料(5)与下模具(8)上表面贴合，使坯料发生超塑性变形，从而最终完成超塑性气胀成形过程。

8、根据权利要求 7 所述的一种电脉冲辅助超塑成形方法，其特征在于步骤一中的高频脉冲电源(7)输出低电压为 4~10V、高电流为 1000~3000A 的高频脉冲电流。

9、根据权利要求 8 所述的一种电脉冲辅助超塑成形方法，其特征在于步骤一通过红外测温仪(3)实时测量待成形坯料(5)的温度，并依据其温度实时调整高频脉冲电源(7)的输出高频脉冲电流参数。

## 一种电脉冲辅助超塑成形装置及方法

### 技术领域

本发明涉及超塑气胀成形技术领域，特别涉及了一种电脉冲辅助超塑成形装置及方法。

### 背景技术

超塑气胀成形技术作为一种先进的材料成形技术，具有成形压力小、成形件质量好、尺寸稳定、可一次精密成形等优点，十分适合加工普通方法难以加工的复杂零件，故在航空航天、建筑、交通、电子等方面获得越来越广泛的应用。在2004年14月7日中国有色金属学报的1059页至1067页中丁桦等撰写的材料超塑性研究的现状与发展中记载。超塑气胀成形的一般工艺过程为：首先将具有超塑性的板材均匀加热，并使其温度保持在其超塑性变形温度范围内，然后通过加压装置对坯料施加一定的气压，使其在气胀模具的约束下发生超塑性变形，并保证其应变速率满足坯料超塑性变形要求，经胀形、贴模等变形阶段使坯料与成形模具表面贴合，从而最终成形。

在传统的超塑性气胀成形工艺中，加热方式为整体式加热，即将模具与坯料一起放入炉体内共同进行加热，一般情况下，模具的体积要远远大于待成形坯料的体积，也就是说在共同加热的过程中，绝大部分的热量都施加在了模具上。据估算，通常情况下，超塑性成形所消耗的热量中，仅有不到5%的热量用在了坯料超塑性变形上，其余都消耗在了模具、压头、导气管等其它部件上，因此在传统超塑性气胀成形工艺中，热量的有效利用率很低，势必造成极大的能源浪费。

此外，在传统工艺的加热过程中，模具与坯料接收热量的方式主要是热辐射与热传导，热量传输速度较慢，为了使坯料达到均匀、较高超塑性成形温度，加热时间往往要很长，根据工艺的不同一般可达1至数小时，因此这种加热方式的加热效率也很低，势必造成整个超塑性成形工艺的低效率。

过低的能量利用率、过长的加热时间造成了超塑性气胀成形工艺具有大能耗、低效率的缺点，这些都不利于其大规模的推广、应用。

### 发明内容

本发明为了解决传统的超塑性气胀成形工艺中过低的能量利用率、过长的加热时间造成了超塑性气胀成形工艺具有大能耗、低效率的缺点，而提出了一种电脉冲辅助超塑成形装置及方法。

本发明装置包括高频脉冲电源、气压装置、绝缘模具、压头和坯料夹持电极；绝缘模具由上模具和下模具组成，上模具、下模具分别置于待成形坯料的上下两侧，待成形坯料的成形部位置于上模具和下模具的空腔中，待成形坯料的外边缘置于绝缘模具外部，压头封闭压紧绝缘模具和待成形坯料，气压装置的出气口穿透压头和绝缘模具的上部置于绝缘模具的腔体内；坯料夹持电极的两个夹头夹紧待成形坯料的外边缘，坯料夹持电极的电极端连接在高频脉冲电源上，所述高频脉冲电源、坯料夹持电极和待成形坯料形成通电回路。

应用该装置进行电脉冲辅助超塑成形方法的工艺步骤如下：

步骤一：用坯料夹持电极的两个夹头将待成形坯料夹紧，根据待成形坯料的横截面尺寸和电阻数据，选择高频脉冲电源输出的高频脉冲电流参数，使待成形坯料被迅速加热至其超塑性成形温度，加热速度可达 $50\sim 100^{\circ}\text{C}/\text{s}$ ；

步骤二：调整压力机压头的压边力，确保待成形坯料与上模具之间形成密封空腔，通过气压装置将惰性气体通入待成形坯料与上模具形成的空腔中，经自由胀形、贴模等变形阶段使待成形坯料与下模具上表面贴合，使坯料发生超塑性变形，从而最终完成超塑性气胀成形过程。

本发明的有益效果是：由于是利用高频脉冲电流流经坯料所产生的焦耳电阻热直接对坯料本身进行加热，对坯料本身加热并使其温度保持在超塑性成形温度范围内，然后通过气压装置对坯料施加一定的气压，使其发生超塑性变形。所以不仅避免了传统超塑性成形工艺中整体式加热消耗在模具等其它部件上的热量损失，而且使得加热过程非常迅速、坯料内部温度分布非常均匀，极大地提高了能量的利用率与加热的效率。此外，由于在超塑性变形过程中，坯料内部通有高频脉冲电流，产生“电塑性”效应，可进一步提升坯料的超塑性能，降低坯料的变形抗力，提高成形极限，并在一定程度上消除产品的残余应力，改善产品质量。可用于各类导电材料的超塑性气胀成形，如钛合金、镁合金等材料的超塑气胀成形。本发明利用脉冲电流的热效应及

电塑性效应，可显著提高坯料加热速度与成形效率、增加材料塑性、节省能源。

### 附图说明

图 1 是电脉冲辅助超塑成形装置的结构示意图。

### 具体实施方式

具体实施方式一：结合图 1 说明本实施方式，本实施方式的装置由高频脉冲电源 7、气压装置、绝缘模具、压头和坯料夹持电极组成；绝缘模具由上模具 10 和下模具 8 组成，上模具 10、下模具 8 分别置于待成形坯料 5 的上下两侧，待成形坯料 5 的成形部位置于上模具 10 和下模具 8 的空腔中，待成形坯料 5 将上模具 10、下模具 8 隔离为两个腔体，待成形坯料 5 的外边缘置于绝缘模具外部，压头封闭压紧绝缘模具和待成形坯料 5，气压装置的出气口穿透压头和绝缘模具的上部置于绝缘模具的腔体内；坯料夹持电极的两个夹头 4 夹紧待成形坯料 5 的外边缘，坯料夹持电极的电极端连接在高频脉冲电源 7 上，所述高频脉冲电源 7、坯料夹持电极和待成形坯料 5 形成通电回路。

具体实施方式二：结合图 1 说明本实施方式，本实施方式与具体实施方式一不同点在于增加了红外测温仪 3，红外测温仪 3 的探头设置在待成形坯料 5 上，通过红外测温仪 3 实时测量待成形坯料 5 的温度。其它组成和连接方式与具体实施方式一相同。

具体实施方式三：结合图 1 说明本实施方式，本实施方式与具体实施方式一或二不同点在于绝缘模具采用陶瓷材料，绝缘陶瓷模具不会分流流经待成形坯料 5 的电流，减少能量损失。其它组成和连接方式与具体实施方式一或二相同。

具体实施方式四：结合图 1 说明本实施方式，本实施方式与具体实施方式三不同点在于压头由上压头 2 和下压头 6 组成；上压头 2 置于上模具 10 的上表面，下压头 6 置于下模具 8 的下表面，通过压力机施压使绝缘模具与待成形坯料 5 之间密封。其它组成和连接方式与具体实施方式三相同。

具体实施方式五：结合图 1 说明本实施方式，本实施方式与具体实施方式一或四不同点在于气压装置由高压惰性气瓶 9 和气嘴 1 组成，高压惰性气

瓶9出气口与气嘴1的进气口密封连接,气嘴1的出气口穿透压头和绝缘模具的上部与绝缘模具的腔体内;高压惰性气瓶9通过气嘴1将高压惰性气体以一定的气压通入模的腔体内,使待成形坯料5产生超塑性变形。其它组成和连接方式与具体实施方式一或四相同。

具体实施方式六:结合图1说明本实施方式,本实施方式与具体实施方式五不同点在于所述气压装置的气嘴1与上模具10之间采用无机高温胶进行连接、密封。其它组成和连接方式与具体实施方式五相同。

具体实施方式七:结合图1说明本实施方式,本实施方式为应用该装置进行电脉冲辅助超塑成形方法的工艺步骤如下:

步骤一:用坯料夹持电极的两个夹头4将待成形坯料5夹紧,根据待成形坯料5的横截面尺寸和电阻数据,选择高频脉冲电源7输出的高频脉冲电流参数,使待成形坯料5被迅速加热至其超塑性成形温度,加热速度可达50~100°C/s;

步骤二:调整压力机压头的压边力,确保待成形坯料5与上模具10之间形成密封空腔,通过气压装置将惰性气体通入待成形坯料5与上模具10形成的空腔中,经自由胀形、贴模等变形阶段使待成形坯料5与下模具8上表面贴合,使坯料发生超塑性变形,从而最终完成超塑性气胀成形过程。

具体实施方式八:结合图1说明本实施方式,本实施方式与具体实施方式七不同点在于步骤一中的高频脉冲电源7输出低电压为4~10V、高电流为1000~3000A的高频脉冲电流,在所述的回路中待成形坯料5的电阻要远远大于回路其它部分的电阻,所以高频脉冲电流会在待成形坯料5上产生大量的焦耳热,使其能够在短时间内(几秒至十几秒)被加热至超塑性成形温度,其它组成和连接方式与具体实施方式七相同。

具体实施方式九:结合图1说明本实施方式,本实施方式与具体实施方式八不同点在于步骤一通过红外测温仪3实时测量坯料5的温度,并依据其温度实时调整高频脉冲电源7的输出高频脉冲电流参数,使坯料5的温度保持在超塑性变形温度范围内。其它组成和连接方式与具体实施方式八相同。

本发明内容不仅限于上述各实施方式的内容,其中一个或几个具体实施方式的组合同样也可以实现发明的目的。

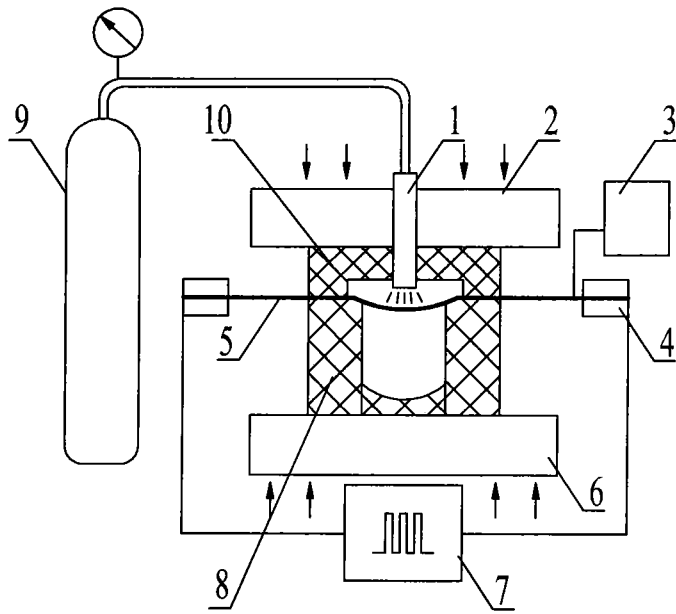


图 1