



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106890985 A

(43)申请公布日 2017.06.27

(21)申请号 201710274039.6

(22)申请日 2017.04.25

(71)申请人 北京航空航天大学

地址 100191 北京市海淀区学院路37号

(72)发明人 张花蕊 张虎

(74)专利代理机构 北京永创新实专利事务所

111121

代理人 李有浩

(51)Int.Cl.

B22D 27/04(2006.01)

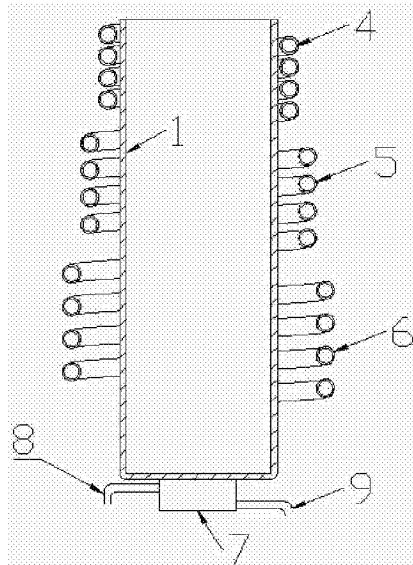
权利要求书1页 说明书4页 附图4页

(54)发明名称

一种用于制造无缩孔铸件的铸造装置及方法

(57)摘要

本发明公开了一种用于制造无缩孔铸件的铸造装置及方法,通过将锭模放置在若干个采用不同参数的感应加热线圈中,用感应加热的方法对浇注到锭模中的金属液的不同部位进行感应加热,通过控制各个感应加热线圈的工艺参数,并通过铸型底部设有的冷却区域小于铸件在铸型底部处的横截面积的底部冷却装置,使浇注后锭模中的金属液各个部位的温度呈现自上而下的正温度梯度,实现金属液的顺序凝固,本发明的凝固过程控制方法适用于各种合金棒料铸件的生产过程中,通过本发明,可以消除合金棒料铸件中的宏观缩孔与缩松,提高铸件品质和工艺出品率,极大提高生产效率。



1. 一种用于制造无缩孔铸件的铸造装置,包括铸型,其特征在于,所述的铸型外设有若干感应加热线圈,所述的若干感应加热线圈呈纵向排布,并且上方的感应加热线圈加热强度大于下方的感应加热线圈;

所述的铸型底部设有底部冷却装置,所述的底部冷却装置的冷却区域小于铸件在铸型底部处的横截面积。

2. 权利要求1所述的用于制造无缩孔铸件的铸造装置,其特征在于,所述的上方的感应加热线圈的内径较小、匝间距较小,供电功率较大,所述下方的感应加热线圈的内径较大,匝间距较大且供电功率较小。

3. 权利要求1所述的用于制造无缩孔铸件的铸造装置,其特征在于,所述的冷却装置为水冷装置、风冷装置或水雾冷装置中的一种。

4. 权利要求1所述的用于制造无缩孔铸件的铸造装置,其特征在于,所述的铸件为铸棒,所述的底部冷却装置的冷却区域的中心与铸棒横截面的中心重合,且冷却区域小于铸棒横截面积。

5. 权利要求4所述的用于制造无缩孔铸件的铸造装置,其特征在于,所述冷却区域的面积为铸棒横截面积的30%-60%。

6. 权利要求1所述的用于制造无缩孔铸件的铸造装置,其特征在于,所述的铸型底部为分体结构,其中与底部冷却装置相接触的部位采用可拆卸更换的部件。

7. 权利要求1所述的用于制造无缩孔铸件的铸造装置,其特征在于,所述的铸型由绝缘材料制成。

8. 采用权利要求1-7任一项所述用于制造无缩孔铸件的铸造装置进行铸造的方法,其特征在于,包括如下步骤:

步骤一:金属液浇注前,设置铸型,铸型外设有所述的铸型外设有若干感应加热线圈,所述的若干感应加热线圈呈纵向排布,并且上方的感应加热线圈加热强度大于下方的感应加热线圈;铸型底部设有底部冷却装置,所述的底部冷却装置的冷却区域小于铸件在铸型底部处的横截面积,并打开所有感应加热线圈的电源,启动底部冷却装置;

步骤二:浇注合金液,由于步骤一感应加热线圈加热强度的不同,当浇注完成后,受到线圈感应加热的作用,在铸型纵向方向上,合金液在铸型上部受到的加热强度较大,合金液在铸型下部受到的加热强度较小,同时由于底部冷却装置对铸型底部的冷却作用,形成自上而下的正温度梯度。

步骤三:随着凝固过程的进行,感应加热线圈自下而上依次断电,完成浇注过程。

9. 权利要求7所述的铸造方法,其特征在于,所述步骤三中,随着凝固过程进行,逐步增大底部冷却装置的冷却强度。

10. 权利要求8所述的铸造方法,其特征在于,所述的铸件为铸棒,所述的底部冷却装置的冷却区域的中心与铸棒横截面的中心重合,所述冷却区域的面积为铸棒横截面积的30%-60%。

## 一种用于制造无缩孔铸件的铸造装置及方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于铸造设备与方法技术领域,尤其是涉及一种用于制造无缩孔铸件的铸造装置及方法。

### 背景技术

[0002] 在金属液浇注成型的过程中,当溶液浇入锭模后,与型壁接触的液体先凝固,中心部分液体后凝固。由于合金的液态收缩和凝固收缩,往往在铸件最后凝固的部位出现孔洞。容积大而集中的孔洞称为缩孔;细小而分散的孔洞称为缩松。在铸件的生产过程中,缩孔、缩松等缺陷是制约铸件生产的一大问题,直接影响到铸件的质量与工艺出品率,而工艺出品率是影响铸件成本的一大重要因素。为了防止这些缺陷,往往通过设置冒口,冷铁等手段使金属液在浇注后可以在锭模中形成一个自生的温度梯度,尽量使金属液在凝固的过程中实现顺序凝固。

[0003] 但在实际生产过程中,由于某些合金的凝固收缩率大,或是由于铸件的长径比较大,而使得浇注过程中形成的自生温度梯度并不能完全消除缩孔,造成工艺出品率低,大量的原材料被浪费的结果。形成缩孔缩松的根本原因是合金棒料或铸锭在凝固时,侧壁传热形成的横向凝固速度和底部散热形成的纵向凝固速度不同,侧壁的横向凝固速度大于底部的纵向凝固速度,导致固液界面推进形成的固液界面角角度过小(如图1所示),并且侧壁与棒料的接触面积大,棒料纵截面上,侧壁到中心的距离不变,因而各位置的横向凝固速度也几乎不变。但随着棒料由下而上的凝固过程进行,纵向凝固需要散失的热量需要经由已凝固区域传出,随着已凝固区域的增加,散热变慢,纵向凝固速度也逐步变慢,因而导致固液界面角进一步变小,最终在棒料中心位置形成细长的最后凝固区域,上方金属液补缩能力不够,导致中心缩孔缩松的产生,因而要想消除中心缩孔缩松,需要尽可能增大固液界面角。

[0004] 在传统工艺中,也有通过在锭模的侧部或底部,以外加水冷或风冷等冷却的方法来给金属液外加一定的温度梯度,以加快金属液凝固,但对于施加侧部冷却的方式,其首先冷却的是锭模侧壁,只能减少总凝固时间,对固液界面角的扩大作用没有帮助,甚至会进一步减小固液界面角。而对于底部冷却的方式,往往是通过冷却底部所有区域,这样不仅会提高棒料中心的纵向凝固速度,同时也冷却了锭模侧壁,提高了棒料的横向凝固速度,对固液界面角的扩大作用不明显。

[0005] 中国发明专利申请号200910086665.8公开了一种利用电阻加热的方式,在浇注前对铸型外部进行强制加热,使铸型外形成自上而下的外加小温度梯度,使铸件实现顺序凝固的方法。但该种方法通过对铸型外进行强制加热形成的外加小温度梯度易受到锭模隔热的影响,不能完全传导到金属液中,使加热效果受到影响。同时,使用外加热的方式如果温度过高,容易对锭模产生损害,使其软化或开裂,造成浇注时金属液外漏。

[0006] 感应加热是一种利用电磁感应原理对导电材料进行加热的方法,其具有加热速度快,加热效率高的优点。利用感应加热的原理,可以直接对浇注在锭模中的金属液进行加

热。

[0007] 在感应加热的过程中,感应加热线圈的设计参数,如线圈的内径大小,线圈的匝间距,以及其感应加热线圈的供电功率都会对感应加热效果产生不同的影响。如果使用不同加热效果的感应加热线圈,对浇注后的金属液自上而下以正温度梯度进行感应加热保温,即可以在浇铸后的金属液中形成自上而下的温度梯度,从而实现顺序凝固,消除铸锭的宏观缩孔与缩松,提高工艺出品率。

## 发明内容

[0008] 为解决上述技术问题,本发明提供了一种用于制造无缩孔铸件的铸造装置及方法。通过将锭模放置在若干个采用不同参数的感应加热线圈中(如感应加热线圈的内径大小,感应线圈的匝间距,感应线圈的供电功率等),用感应加热的方法对浇注到锭模中的金属液的不同部位进行感应加热。通过控制各个感应加热线圈的工艺参数,同时通过在锭模底部的中心局部位置施加冷却,使浇注后锭模中的金属液轴向方向呈现自上而下的正温度梯度,实现实金属液的顺序凝固。

[0009] 本发明完整的技术方案包括:

[0010] 一种用于制造无缩孔铸件的铸造装置,包括铸型,所述的铸型外设有若干感应加热线圈,所述的若干感应加热线圈呈纵向排布,并且上方的感应加热线圈加热强度大于下方的感应加热线圈;

[0011] 所述的铸型底部设有底部冷却装置,所述的底部冷却装置的冷却区域小于铸件在铸型底部处的横截面积。

[0012] 优选的,所述的上方的感应加热线圈的内径较小、匝间距较小,供电功率较大,所述下方的感应加热线圈的内径较大,匝间距较大且供电功率较小。

[0013] 优选的,所述的冷却装置为水冷装置、风冷装置或水雾冷装置中的一种。

[0014] 优选的,所述的铸件为铸棒,所述的底部冷却装置的冷却区域的中心与铸棒横截面的中心重合,且冷却区域小于铸棒横截面积。

[0015] 优选的,所述冷却区域的面积为铸棒横截面积的30%-60%。

[0016] 优选的,所述的铸型底部为分体结构,其中与底部冷却装置相接触的部位采用可拆卸更换的部件。

[0017] 优选的,所述的铸型为绝缘材料制成。

[0018] 采用上述用于制造无缩孔铸件的铸造装置进行铸造的方法,包括如下步骤:

[0019] 步骤一:金属液浇注前,设置铸型,铸型外设有所述的铸型外设有若干感应加热线圈,所述的若干感应加热线圈呈纵向排布,并且上方的感应加热线圈加热强度大于下方的感应加热线圈;铸型底部设有底部冷却装置,所述的底部冷却装置的冷却区域小于铸件在铸型底部处的横截面积,并打开所有感应加热线圈的电源,启动底部冷却装置;

[0020] 步骤二:浇注合金液,由于步骤一感应加热线圈加热强度的不同,当浇注完成后,受到线圈感应加热的作用,在铸型纵向方向上,合金液在铸型上部受到的加热强度较大,合金液在铸型下部受到的加热强度较小,同时由于底部冷却装置对铸型底部的冷却作用,形成自上而下的正温度梯度。

[0021] 步骤三:随着凝固过程的进行,感应加热线圈自下而上依次断电,完成浇注过程。

- [0022] 优选的，所述步骤三中，随着凝固过程进行，逐步增大底部冷却装置的冷却强度。
- [0023] 优选的，所述的上方的感应加热线圈的内径较小、匝间距较小、供电功率较大，所述下方的感应加热线圈的内径较大、匝间距较大且供电功率较小。
- [0024] 优选的，所述的冷却装置为水冷装置、风冷装置或水雾冷装置中的一种。
- [0025] 优选的，所述的铸件为铸棒，所述的底部冷却装置的冷却区域的中心与铸棒横截面的中心重合，所述冷却区域的面积为铸棒横截面积的30%-60%。
- [0026] 所述的铸型在浇注前预热，以防止浇注时冷速过快。
- [0027] 本发明相对于现有技术的优点在于：
- [0028] 1.采用内径、匝间距、供电功率不同的多个感应加热线圈，分别铸型纵向设置，在凝固时合金液在铸型上部受到的加热强度较大，合金液在铸型下部受到的加热强度较小，同时由于底部冷却装置对铸型底部的冷却作用，形成自上而下的正温度梯度，使固液界面角增大，显著降低了缩孔缩松产生的趋势。
- [0029] 2.采用铸型底部设有的冷却区域小于铸件在铸型底部处的横截面积的底部冷却装置，在铸件凝固时对底部施加冷却，由于冷却区域小于铸件在铸型底部处的横截面积，因而铸锭中央部位的冷却强度更大，铸件侧部的冷却强度较小，增大了铸件的纵向凝固速度，使固液界面角进一步增大。
- [0030] 3.随着凝固过程进行，感应加热线圈自下而上依次断电，并且逐步增大底部冷却装置的冷却强度，使纵向凝固速度大于横向凝固速度，固液界面平直，进一步降低了缩孔缩松产生的趋势。
- [0031] 4.铸型底部由于强烈冷却造成该处使用寿命较短，因而采用分体结构，与底部冷却装置相接触的部位采用可拆卸更换的部件，可以及时更换而无需更换整个铸型，降低了生产成本。

## 附图说明

- [0032] 图1为出现细长缩孔铸锭的固液界面示意图。
- [0033] 图2为无缩孔铸锭的固液界面示意图。
- [0034] 图3为本发明铸造装置的结构示意图；
- [0035] 图4为本发明铸造装置的剖面示意图。
- [0036] 图5是采用本发明装置及方法制得试样的照片。
- [0037] 图6是常规装置及方法制得试样的照片。
- [0038]

1. 铸型	2. 金属液	3. 已凝固部分
4. 第一线圈	5. 第二线圈	6. 第三线圈
7. 冷却装置	8. 进水口	9. 出水口

## 具体实施方式

- [0039] 下面结合附图和具体实施方式对本发明做进一步说明。
- [0040] 实施例1：
- [0041] 如图3-4所示，采用镍基高温合金，对其在氧化钇坩埚进行浇注，具体方法如下：

[0042] 步骤一：在金属液浇注前，将氧化铝陶瓷锭模预热到400–900℃后放置在感应加热线圈组中，感应线圈组包括自上而下内径依次变大、匝间距依次变大且供电功率不变或依次减小的第一线圈4、第二线圈5和第三线圈6，具体来说，其中，最上方的第一感应加热线圈内径为100mm，匝间距为2mm；中间的第二感应加热线圈内径为120mm，匝间距为5mm；最下方的第三感应加热线圈内径为140mm，匝间距为8mm，三个感应加热线圈的供电功率均为10KW。铸型底部设有水冷铜盘，水冷铜盘的中心与铸棒横截面的中心重合，水冷铜盘的面积为铸棒横截面积的40%，水冷铜盘两侧分别连接进水口8和出水口9，铜盘内设有冷却水通道。打开感应线圈电源，开启冷却水。

[0043] 步骤二：浇注合金液，由于步骤一感应加热线圈工艺参数的不同，当浇注完成后，受到线圈感应加热的作用，在铸型纵向方向上，合金液在铸型上部受到的加热强度较大，合金液在铸型下部受到的加热强度较小，同时由于底部水冷铜盘对铸型底部的冷却作用，形成自上而下的正温度梯度。

[0044] 步骤三：保持5min后，感应加热线圈自下而上依次断电，并逐步增大底部水冷铜盘的冷却强度。完成浇注过程。

[0045] 将实施例1制得的试样用照相机拍了照片，如图5所示。图中，端面无明显缩孔。图6所示为采用常规装置，且将氧化铝陶瓷锭模预热到400–900℃后进行浇注，完成浇注过程中，取样，照相机拍了照片，出现大的缩孔。

[0046] 实施例2：

[0047] 如图3–4所示，采用镍基高温合金，对其在氧化钇坩埚进行浇注，具体方法如下：

[0048] 步骤一：在金属液浇注前，将氧化铝陶瓷锭模预热到400–800℃后放置在感应加热线圈组中，感应线圈组包括自上而下内径不变或依次变大、匝间距不变或依次变大且供电功率不变或依次减小的第一线圈4、第二线圈5和第三线圈6，具体来说，感应加热线圈的内径均为100mm，匝间距为2mm。打开感应加热线圈的电源，其中，最上方的第一感应加热线圈供电功率设为15KW；中间的第二感应加热线圈供电功率设为12KW；最下方的第三感应加热线圈供电功率设为8KW。铸型底部设有水冷铜盘，水冷铜盘的中心与铸棒横截面的中心重合，水冷铜盘的面积为铸棒横截面积的30%，水冷铜盘两侧分别连接进水口8和出水口9，铜盘内设有冷却水通道。打开感应线圈电源，开启冷却水。

[0049] 步骤二：浇注合金液，由于步骤一感应加热线圈工艺参数的不同，当浇注完成后，受到线圈感应加热的作用，在铸型纵向方向上，合金液在铸型上部受到的加热强度较大，合金液在铸型下部受到的加热强度较小，同时由于底部水冷铜盘对铸型底部的冷却作用，形成自上而下的正温度梯度。

[0050] 步骤三：保持5min后，感应加热线圈自下而上依次断电，并逐步增大底部水冷铜盘的冷却强度。完成浇注过程。

[0051] 以上所述，仅是本发明的较佳实施例，并非对本发明作任何限制，凡是根据本发明技术实质对以上实施例所作的任何简单修改、变更以及等效结构变化，均仍属于本发明技术方案的保护范围内。

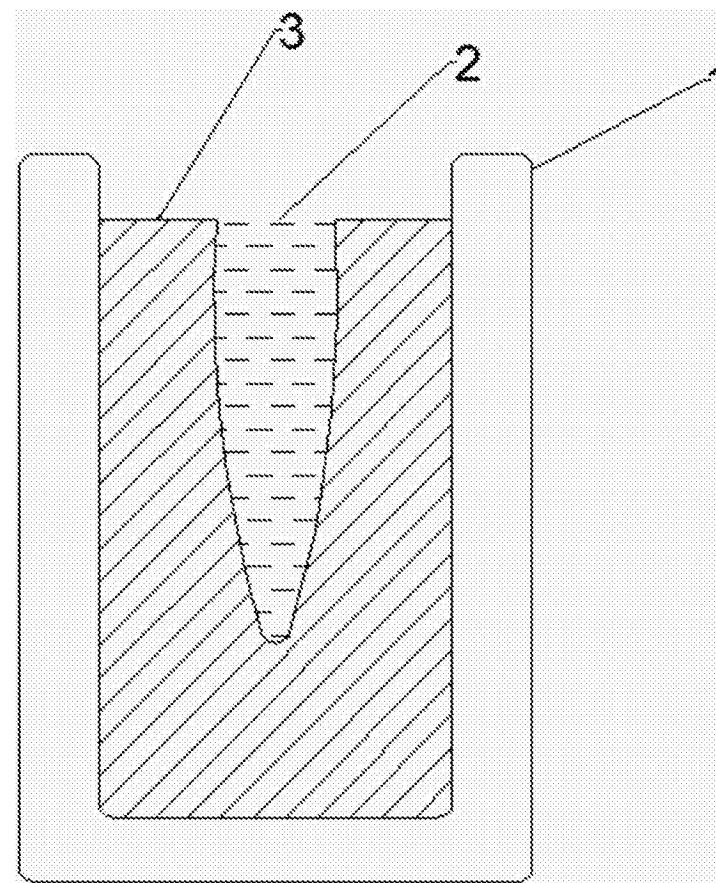


图1

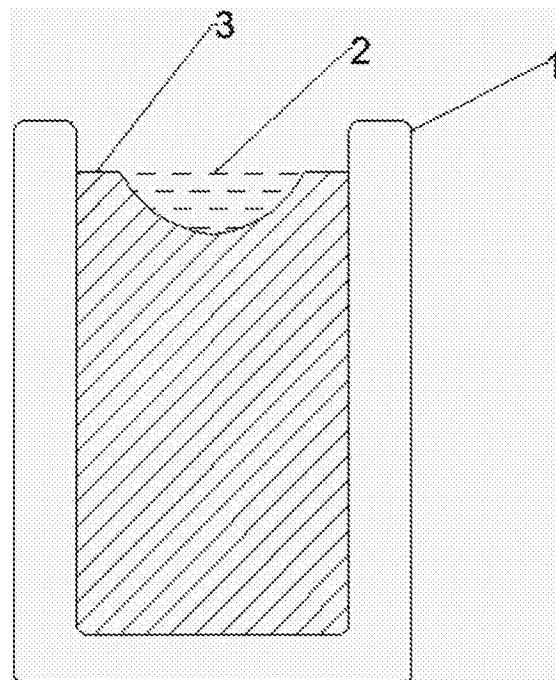


图2

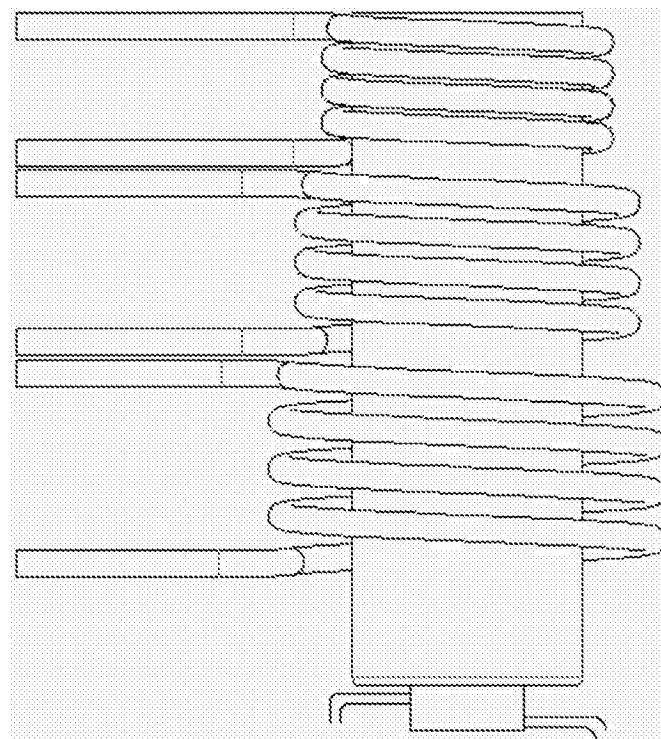


图3

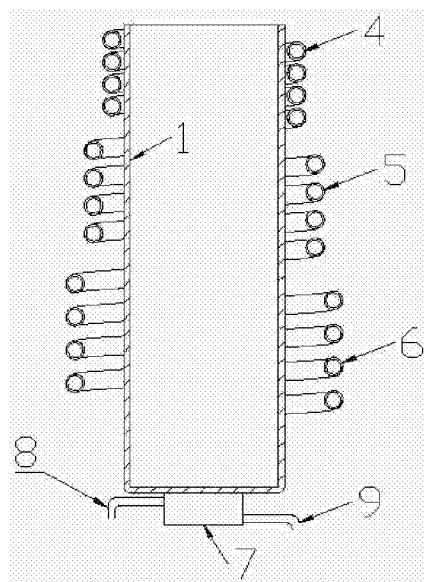


图4



图5

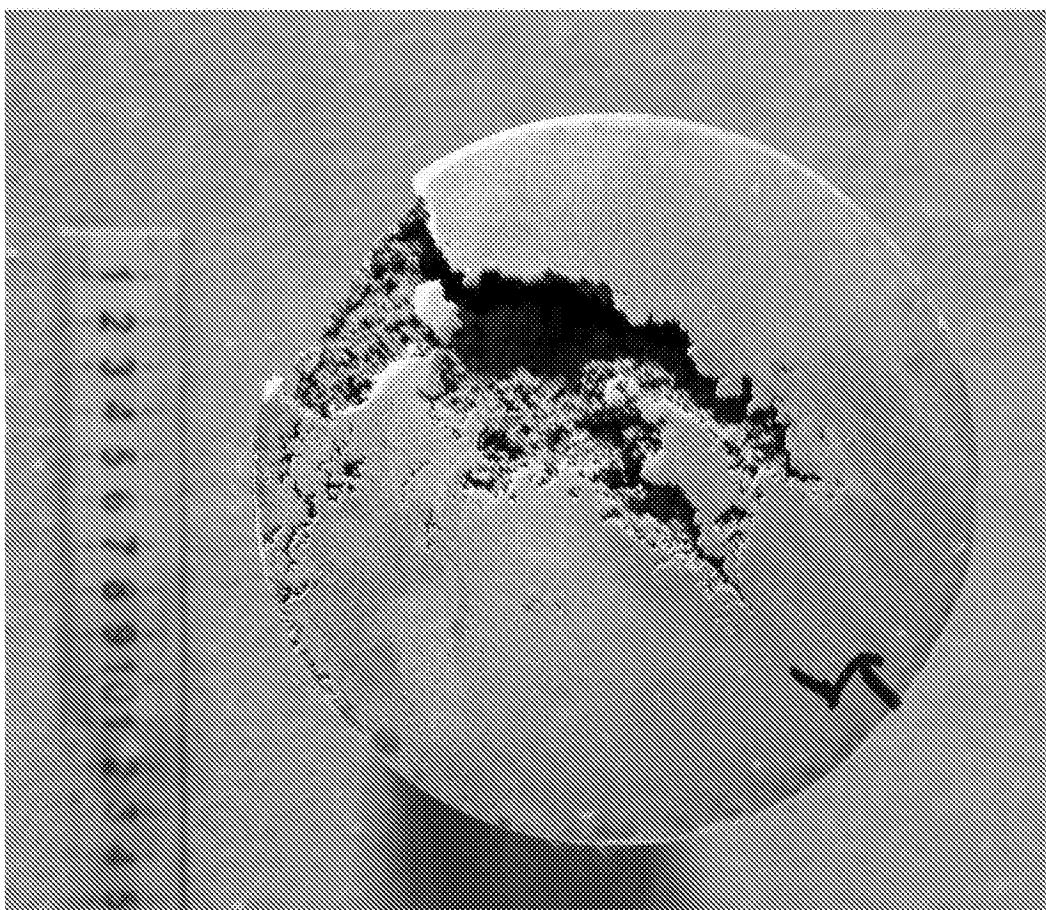


图6