



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116209794 A

(43) 申请公布日 2023.06.02

(21) 申请号 202180066006.7

(22) 申请日 2021.09.23

(30) 优先权数据

A50819/2020 2020.09.28 AT

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2023.03.27

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/AT2021/060341 2021.09.23

(87) PCT国际申请的公布数据

W02022/061386 DE 2022.03.31

(71) 申请人 艾伯纳工业炉公司

地址 奥地利莱昂丁

(72) 发明人 K·阿里亚旺 G·巴巴里

R·艾伯纳 熊治勇

(74) 专利代理机构 中国贸促会专利商标事务所  
有限公司 11038

专利代理师 邵静玥

(51) Int.Cl.

G30B 23/00 (2006.01)

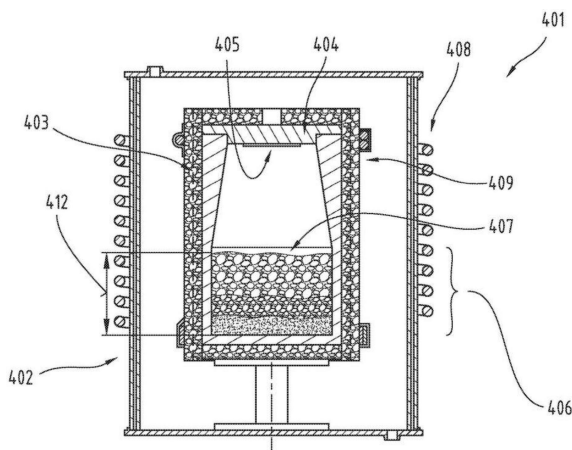
权利要求书2页 说明书5页 附图6页

(54) 发明名称

用于制备碳化硅单晶的装置

(57) 摘要

本发明涉及一种用于由碳化硅制备单晶的装置,所述装置具有炉(401)和被接纳在所述炉(401)中的带有坩埚(403)和籽晶(405)的室(402),在所述坩埚(403)中设置有包含碳化硅的初始材料(407),其中,所述初始材料(407)包含由碳化硅粉末(411)和碳化硅块(410)组成的混合物。



1. 用于由碳化硅制备单晶的装置,所述装置具有炉(401)和被接纳在所述炉(401)中的带有坩埚(403)和籽晶(405)的室(402),在所述坩埚(403)中设置有包含碳化硅的初始材料(407),其特征在于,所述初始材料(407)包含由碳化硅粉末(411)和碳化硅块(410)组成的混合物。

2. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,所述碳化硅块(410)具有的粒度的值在1mm至10mm的范围内。

3. 根据上述权利要求之一所述的装置,其特征在于,所述碳化硅粉末(411)具有的粒度的值在300 $\mu$ m至1000 $\mu$ m的范围内。

4. 根据前述权利要求之一所述的装置,其特征在于,关于总质量,所述初始材料(407)按如下混合比例包含碳化硅粉末(411)和碳化硅块(410),该混合比例选自如下范围:25%重量份额的碳化硅粉末(411)比75%重量份额的碳化硅块(410)直至55%重量份额的碳化硅粉末(411)比45%重量份额的碳化硅块(410)。

5. 根据权利要求4所述的装置,其特征在于,关于总质量,所述初始材料(407)按40%重量份额的碳化硅粉末(411)比60%重量份额的碳化硅块(410)的混合比例包含碳化硅粉末(411)和碳化硅块(410)。

6. 根据前述权利要求之一所述的装置,其特征在于,所述初始材料(407)的碳化硅(410,411)具有大于5N的物质纯度。

7. 根据前述权利要求之一所述的装置,其特征在于,所述初始材料(407)在所述初始材料(407)的高度(412)的不同区域中具有碳化硅粉末(411)和碳化硅块(410)的不同的混合比例。

8. 根据权利要求7所述的装置,其特征在于,在所述初始材料(407)的高度(412)的下部的第一个三分之一中按如下混合比例包含有碳化硅粉末(411)和碳化硅块(410),该混合比例选自如下范围:55%的碳化硅粉末(411)比45%的碳化硅块(410)直至70%的碳化硅粉末(411)比30%的碳化硅块(410)。

9. 根据权利要求7所述的装置,其特征在于,在所述初始材料(407)的高度(412)的中间的第二个三分之一中按如下混合比例包含有碳化硅粉末(411)和碳化硅块(410),该混合比例选自如下范围:40%的碳化硅粉末(411)比60%的碳化硅块(410)直至55%的碳化硅粉末(411)比45%的碳化硅块(410)。

10. 根据权利要求7所述的装置,其特征在于,在所述初始材料(407)的高度(412)的上部的第三个三分之一中按混如下混合比例包含有碳化硅粉末(411)和碳化硅块(410),该混合比例选自如下范围:25%的碳化硅粉末(411)比75%的碳化硅块(410)直至40%的碳化硅粉末(411)比60%的碳化硅块(410)。

11. 根据前述权利要求之一所述的装置,其特征在于,所述初始材料(407)以压坯(413)的形式制成。

12. 根据前述权利要求之一所述的装置,其特征在于,所述初始材料(407)附加于所述碳化硅包含单质的硅(414)。

13. 根据权利要求12所述的装置,其特征在于,包含有以硅粉末(411)为形式的所述单质的硅(414)。

14. 根据权利要求12或13所述的装置,其特征在于,所述单质的硅(414)是以一个或多

个储藏室的形式在所述初始材料(407)中形成。

15. 根据权利要求12至14之一所述的装置,其特征在于,具有所述单质的硅(414)的所述储藏室形成为连续的环。

16. 根据权利要求12至15之一所述的装置,其特征在于,所述单质的硅(414)构成所述初始材料(407)的总质量中的范围为5重量%至50重量%的份额。

17. 根据权利要求12至16之一所述的装置,其特征在于,构成有用于粉末状的所述单质的硅(414)的储备容器(417)和通向所述坩埚(403)中的输入管路(418)。

18. 根据前述权利要求之一所述的装置,其特征在于,所述坩埚(403)由石墨制成。

## 用于制备碳化硅单晶的装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于由碳化硅制备单晶的装置和方法。

### 背景技术

[0002] 如今,单晶被人造地在工业规模上制备用于多种技术上的应用。在此,根据引起结晶的相位过渡能区分从熔液、从溶液和从气相的生长。在从气相生长的情况下,还能区分升华或者说物理气相沉积的制造方法以及化学气相沉积的方法。在物理气相沉积中,要生长的物质通过加热蒸发,使得其转变到气相。该气体可在合适的条件下在籽晶处再升华,由此实现晶体的生长。通常有多晶体的原材料(粉末或颗粒)以这种方式得到再结晶。化学气相沉积以类似的方法起作用。在所述化学气相沉积中,要生长的物质只能通过与所述物质在化学上结合的辅助物质转变到气相,因为否则蒸汽压力会太低。这样,通过与所述辅助物质的结合能实现更高的朝向籽晶的输送率。

[0003] 尤其是因为碳化硅单晶的半导体性质,碳化硅单晶非常令人感兴趣。碳化硅单晶的制备在带有坩埚和籽晶的炉里进行,在所述坩埚中碳化硅原材料被加热,在所述籽晶上通过积聚实现进一步的晶体生长。另外,处理室的内部被抽成真空。石墨被用作为带有坩埚的最里面的处理室的材料。对于所述碳化硅单晶的质量而言,非常重要是所述碳化硅原材料的特性。

### 发明内容

[0004] 本发明的任务是克服现有技术的缺点并且提供一种装置,借助所述装置能制备具有更高质量的单晶。

[0005] 所述任务通过根据权利要求所述的装置和方法解决。

[0006] 根据本发明的用于由碳化硅制备单晶的装置构造有炉和被接纳在该炉中的带有坩埚和籽晶的室,在所述坩埚中设置有包含碳化硅的初始材料,并且所述初始材料包含由碳化硅粉末和碳化硅块组成的混合物。

[0007] 在此有利的是,所述碳化硅块具有的粒度的值在1mm至10mm的范围内并且所述碳化硅粉末具有的粒度的值在150 $\mu$ m至1000 $\mu$ m的范围内。

[0008] 根据所述装置的有利的拓展方案规定,关于总质量,所述初始材料按如下混合比例包含碳化硅粉末和碳化硅块,所述混合比例选自如下范围:25%重量份额的碳化硅粉末比75%重量份额的碳化硅块直至55%重量份额的碳化硅粉末比45%重量份额的碳化硅块。

[0009] 特别有利的是,关于总质量,所述初始材料按40%重量份额的碳化硅粉末比60%重量份额的碳化硅块的混合比例包含碳化硅粉末和碳化硅块。

[0010] 也有利的是,所述初始材料的碳化硅具有大于5N的物质纯度。

[0011] 根据一个优选的实施形式规定,所述初始材料在该初始材料的高度的不同的区域中具有不同的碳化硅粉末和碳化硅块的混合比例。

[0012] 在此,尤其证明有利的是,在所述初始材料的高度的下部的第一个三分之一中按

如下混合比例包含有碳化硅粉末和碳化硅块,该混合比例选自如下范围:55%的碳化硅粉末比45%的碳化硅块直至70%的碳化硅粉末比30%的碳化硅块。

[0013] 并且,另外,在所述初始材料的高度的中间的第二个三分之一中按如下混合比例包含有碳化硅粉末和碳化硅块,该混合比例选自如下范围:40%的碳化硅粉末比60%的碳化硅块直至55%的碳化硅粉末比45%的碳化硅块。

[0014] 也有利的是,在所述初始材料的高度的上部的第三个三分之一中按如下混合比例包含有碳化硅粉末和碳化硅块,该混合比例选自如下范围:25%的碳化硅粉末比75%的碳化硅块直至40%的碳化硅粉末比60%的碳化硅块。

[0015] 根据一个替代的拓展方案规定,所述初始材料以压坯(Pressling)的形式制成。

[0016] 所述初始材料附加于碳化硅含有单质的硅的构造方案也是有利的,尤其是当包含有以硅粉末为形式的单质的硅。

[0017] 一个有利的拓展方案规定,所述单质的硅以一个或多个储藏室的形式在所述初始材料中形成。

[0018] 特别优选地,具有单质的硅的所述储存室形成为连续的环。

[0019] 尤其有利的是,所述单质的硅形成所述初始材料的总质量的在5重量%至50重量%的范围内的份额。

[0020] 所述装置的一种替代的构造方案规定,构造有用于粉末状的所述单质的硅的储备容器和通向到所述坩埚中的输入管路。

[0021] 也有利的是,所述坩埚由石墨制成。

[0022] 为了更好的理解本发明,借助以下附图对本发明进行更详细的解释。

## 附图说明

[0023] 分别以非常简化的示意性的示图显示附图:

[0024] 图1示出用于通过物理气相沉积制备单晶的装置;

[0025] 图2示出根据图1的装置的坩埚的细节;

[0026] 图3示出用于利用形成为压坯的初始材料制备单晶的装置的第二实施例;

[0027] 图4示出用于制备单晶的装置的第三实施例;

[0028] 图5示出用于制备单晶的装置的第四实施例;

[0029] 图6示出用于制备单晶的装置的第五实施例。

## 具体实施方式

[0030] 首先要注意的是,在不同描述的实施例形式中相同的部件配有相同的附图标记或者说相同的构件名称,在整个说明书中包含的公开内容能按意义地转移到具有相同附图标记或者说相同构件名称的相同的零件上。在说明书中所选择的位置陈述,例如上面、下面、侧面等,也是关于直接描述以及显示的图,并且这些位置陈述在位置改变的情况下要按意义地转移到新的位置上。

[0031] 图1示出用于通过物理气相沉积制备单晶的炉401。所述炉401包括可抽真空的室402,所述可抽真空的室具有被接纳在其中的坩埚403。所述坩埚403基本上罐状地构成,其中,上端部区域通过盖子404被封闭。在此,所述坩埚403的所述盖子404的下侧面构造用于

固定籽晶405。初始材料407位于所述坩埚403的底部区域406中，所述初始材料用作为在所述籽晶405上的晶体生长的原料并且在制备过程期间被逐渐耗尽。

[0032] 所述初始材料407到气相的转变能通过借助于加热装置408的加热实现。根据该实施例，对所述初始材料407和所述坩埚403的加热通过所述加热装置408感应地进行。另外，设置在所述室402中的坩埚403由绝热部409包裹以便进行热隔绝。同时，通过所述绝热部409，避免从所述坩埚403的热损失，并且能实现在所述坩埚403的内部中的对在所述籽晶405上的晶体的生长过程有利的热量分布。

[0033] 优选地，玻璃材料（尤其是石英玻璃）用作为用于所述室402的材料。优选地，所述坩埚403以及围绕该坩埚的绝热部409由石墨制成，其中，所述绝热部409通过石墨毡形成。

[0034] 通过加热所述初始材料407，该初始材料的原子或者说分子转变到气相，通过这种方式，这些原子或者说分子能在所述坩埚403的内部空间中向所述籽晶405扩散并沉积在该籽晶上，从而实现所述晶体生长。在此，争取形成尽可能无杂质的单晶。在所述籽晶405上形成的晶体的质量除了取决于所述初始材料407和所述籽晶405之间的温度梯度还取决于初始材料407的蒸发速率。后者又取决于所述初始材料407的原料以哪种形式在所述坩埚403中提供。在此证明有利的是，所述初始材料407通过由粉末状的原料和以块的形式存在的原料组成的混合物形成。

[0035] 图2示出根据图1的炉401的坩埚403的细节。在该实施例中，碳化硅被设置为用于所述初始材料407的原料。在此，所述初始材料407的碳化硅不仅包括块410而且包括粉末411。在此，所述碳化硅的块410和粉末411松地堆积在所述坩埚403的所述底部区段406中。在此，如在根据图2的示图中所示的那样，所述粉末411和所述块410以混合的形式存在。在此证明有利的是，所述初始材料407在所述底部区段406的不同的高度区域中以块410和粉末411的不同的混合比例存在。

[0036] 由碳化硅制成的单晶在所述炉401中的制造过程的持续时间通常持续超过数天。在此，所述初始材料407的原料的消耗也取决于通过所述加热装置408在所述初始材料407中产生的温度分布，所述原料的蒸发速率关于该过程的持续时间会相应地改变。这是因为通过所述初始材料407的在开始时松地分布的原料的颗粒的表面熔化得到逐渐的压实。在以此被填充的底部区段406的不同的填充区域中或者说在不同的高度区域中的碳化硅块410和碳化硅粉末411的不同的混合比例能在整个结晶过程的相应长的持续时间内有助于所述原料的尽可能保持不变的蒸发速率。就这方面而言，块410和粉末411的所述混合比例是有重要意义的，因为所述原料的粉末411与大的表面以及因此与大的蒸发速率是意义相当的，并且另一方面具有总计更小的表面的块410引起更小的蒸发速率。

[0037] 在根据图2的所述实施例中，块410和粉末411在高度412上按照不同的混合比例堆积。在此，在所述初始材料407的高度412的下部的第一个三分之一中包含有所占份额为55重量%至70重量%的碳化硅粉末411。相应与此互补地，在所述高度412的下部的三分之一中包含有所占份额为30%至45%的碳化硅块410。在所述初始材料407的高度412的中间的第二个三分之一中包含有所占份额为40%至55%的粉末411和相应互补的所占份额为45重量%至60重量%的块410。在所述初始材料407的高度412的上部的第三个三分之一中最终包含有所占份额为25%至40%的碳化硅粉末411和与此互补的60%至75%的碳化硅块410。

[0038] 所述碳化硅粉末411具有的粒度的值在300 $\mu\text{m}$ 至1000 $\mu\text{m}$ 的范围内。所述碳化硅块

410具有的粒度的值在1mm至5mm的范围内。在此另外规定,使用高纯度的碳化硅。不仅对于所述碳化硅块410而且对于所述粉末411都设置有大于5N的物质纯度。

[0039] 关于在过程开始时总共被填充到所述坩埚403的底部区域406中的初始材料407的总质量,设置有40%重量份额的碳化硅粉末411比60%重量份额的碳化硅块410的碳化硅粉末411和碳化硅块410的混合比例。但是,在25%重量份额的碳化硅粉末411比75%重量份额的碳化硅块410直至55%重量份额的碳化硅粉末411和45%重量份额的碳化硅块410的变化范围内的混合比例也是合适的。

[0040] 图3示出根据图1的用于制备单晶的所述装置的第二实施例。在此简化地,又仅示出坩埚403连同底部区段406的细节。在这种情况下,被填充到所述坩埚403的底部区域406中的碳化硅的混合物的初始材料407通过压坯413形成。所述压坯413的初始材料407也由碳化硅粉末411和碳化硅块410的混合物组成。如也在根据图2的实施例中那样,在高度412的走向中设置有变化的块410和粉末411的混合比例的分布。为了制造压坯413将所述碳化硅块410和所述碳化硅粉末411在前面的制造过程中压成紧密的坯体。为了制造所述压坯413也可对所述初始材料407的碳化硅混合物进行热处理(烧结过程)。

[0041] 图4示出根据图1的用于制备单晶的装置的第三实施例。在此,在初始材料407的由碳化硅块410和碳化硅粉末411组成的混合物中包含有附加的单质的硅414。优选地,所述硅414以细粒颗粒的形式或者说作为粉末被混合到所述初始材料407中并且也具有高的物质纯度。优选地,所述单质的硅414具有大于5N的物质纯度。通过将所述硅414添加到所述初始材料407中,能弥补或者说补偿在结晶过程的持续时间中出现的在初始材料407的碳化硅混合物中的硅不足。在该实施例中,所述单质的硅414形成所述初始材料407的总质量的值在5重量%到50重量%范围中的重量份额。优选地,所述硅在所述初始材料407的高度412的中间的第二个三分之一中和上部的第三个三分之一中被混合到所述初始材料中。

[0042] 图5示出炉401连同坩埚403的第四实施例。所述坩埚403的在其底部区段406中的接纳空间形成基本上绕轴线415旋转对称的或者说圆柱形的体积。此外,所述初始材料407通过由碳化硅的块410和粉末411组成的压坯413形成。在此附加地,具有单质的硅414的储藏室416或者说储存器被形成或者说被包围在所述压坯413的体积中。优选地,在所述压坯413中的所述储藏室416包含粉末状的硅414。被添加到所述压坯413中的硅414的量被包围在优选地环状形式的连续的储藏室416中。所述硅414的体积例如可以环或者说环面的形状在所述初始材料407的所述压坯413中嵌入。

[0043] 图6示出用于由碳化硅制备单晶的装置的另一替代的实施例。在此,在炉401的该示图中,仅示出该炉的坩埚403和附加的用于粉末状或者说颗粒状的硅414的储备容器417。通过与已经根据图2所述的相同的方法,在该实施例中,在开始的时候,所述初始材料407也通过由碳化硅的块410和由碳化硅的粉末411组成的混合物形成,并且该混合物松地堆起或者说堆积在所述坩埚403的底部区段406中。通过设置具有单质的硅414的储备容器417,在结晶过程的进程期间在不同的阶段附加于所述碳化硅,能将单质的硅414输送给所述初始材料407。对此,在设置在所述坩埚403之外的储备容器417和所述坩埚403的内部之间设置有输入管路418,通过所述输入管路输送所述硅414。这例如可借助于将所述硅414输送给所述管路418或者说通过所述管路运输的螺旋输送机(未示出)实现。

[0044] 所述实施例示出可行的实施变型方案,在这一点上要注意的是,本发明不是被局

限于本发明特别描述的实施例方案,而是相对地,各个实施例方案的相互之间的各种组合也是可行的,并且基于通过具体发明的技术手段的教导,该变型可行性处于在该技术领域工作的技术人员的能力之内。

[0045] 保护范围是通过权利要求限定的。然而,要参考说明书和附图来解释权利要求。所示和所描述的不同实施例的单个特征或特征组合能构成本身独立的有创造性的解决方案。所述独立的有创造性的解决方案所依据的任务可从说明书中获得。

[0046] 在具体的说明书中所有对数值范围的陈述要这样理解,即其包括所述数值范围中的任意以及所有的部分范围,例如1至10的陈述要理解为包括所有从下限1和上限10开始的部分范围,亦即所有的部分范围以下限1或更大开始并且在上限10或更小结束,例如1至1.7或3.2至8.1或5.5至10。

[0047] 最后,为了清楚要指明,为了更好地理解构造,元件部分地没有按比例显示和/或被放大和/或被缩小。

[0048] 附图标记列表

[0049] 401炉

[0050] 402室

[0051] 403坩埚

[0052] 404盖子

[0053] 405籽晶

[0054] 406底部区段

[0055] 407初始材料

[0056] 408加热装置

[0057] 409绝热部

[0058] 410块

[0059] 411粉末

[0060] 412高度

[0061] 413压坯

[0062] 414硅

[0063] 415轴线

[0064] 416储存室

[0065] 417储备容器

[0066] 418输入管路



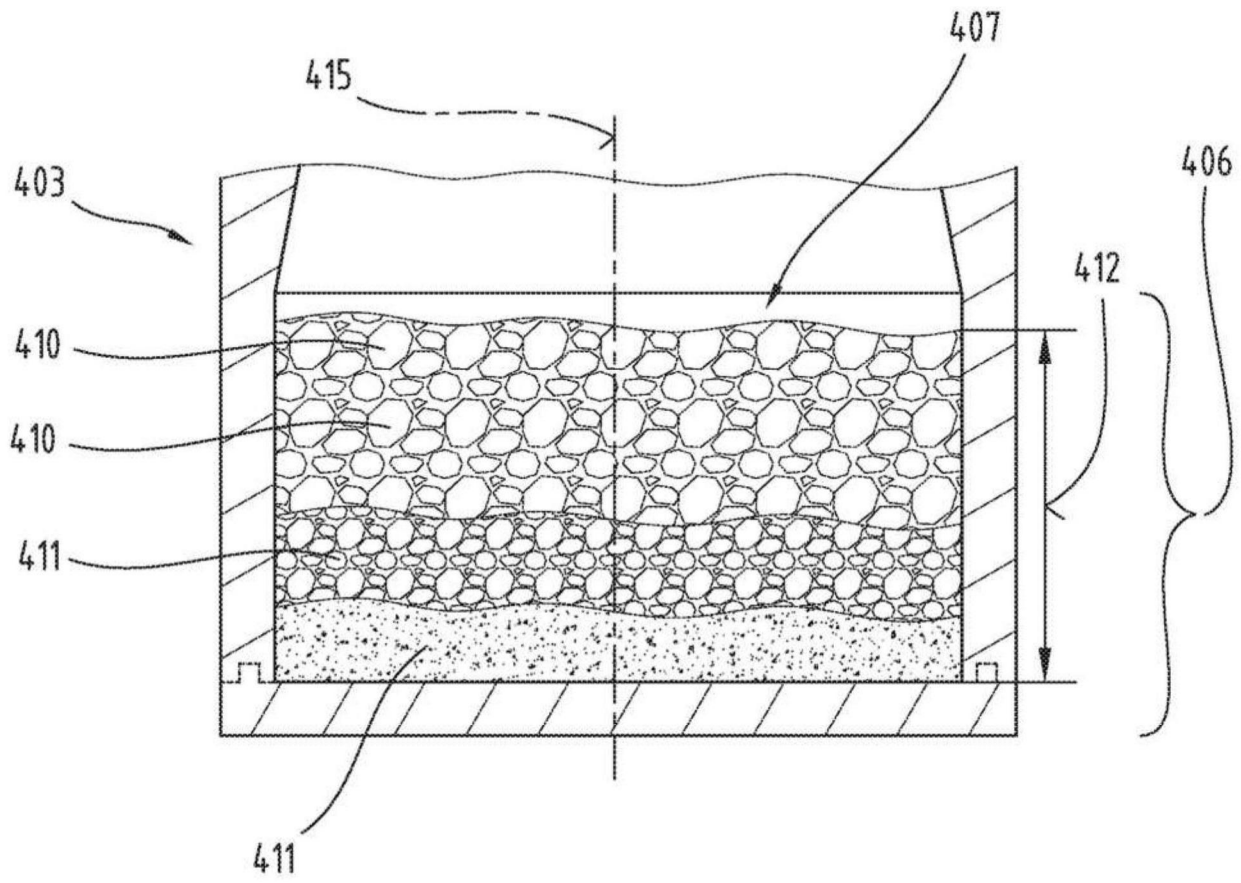


图2

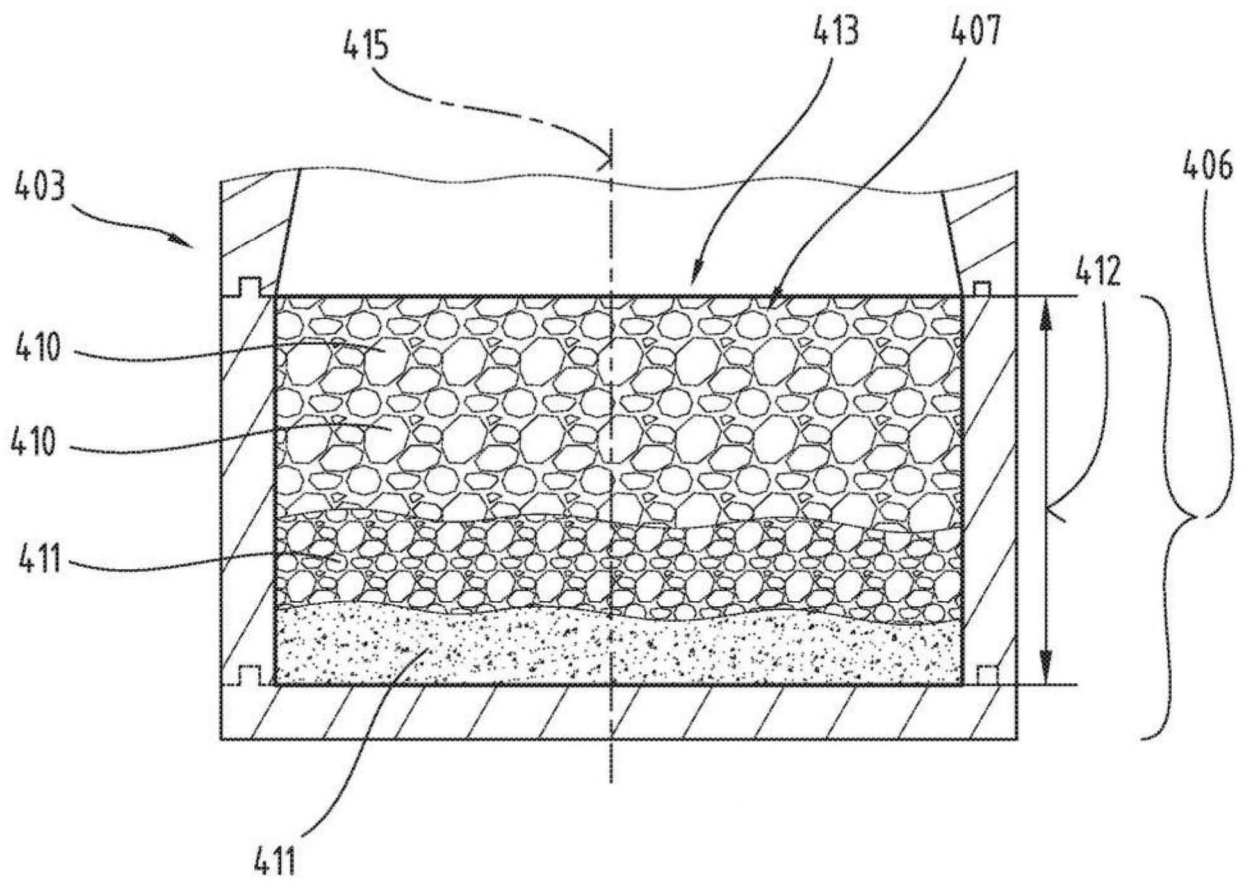


图3

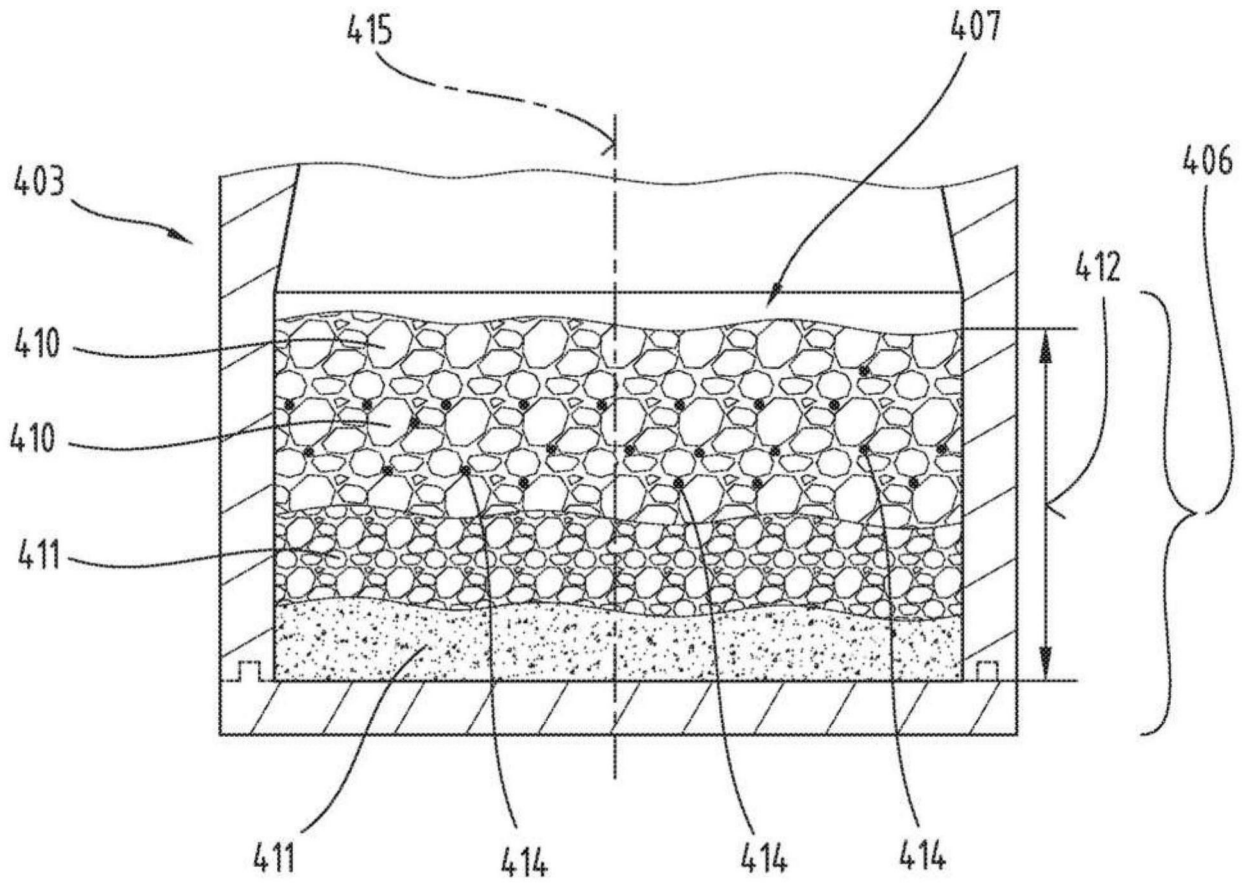


图4

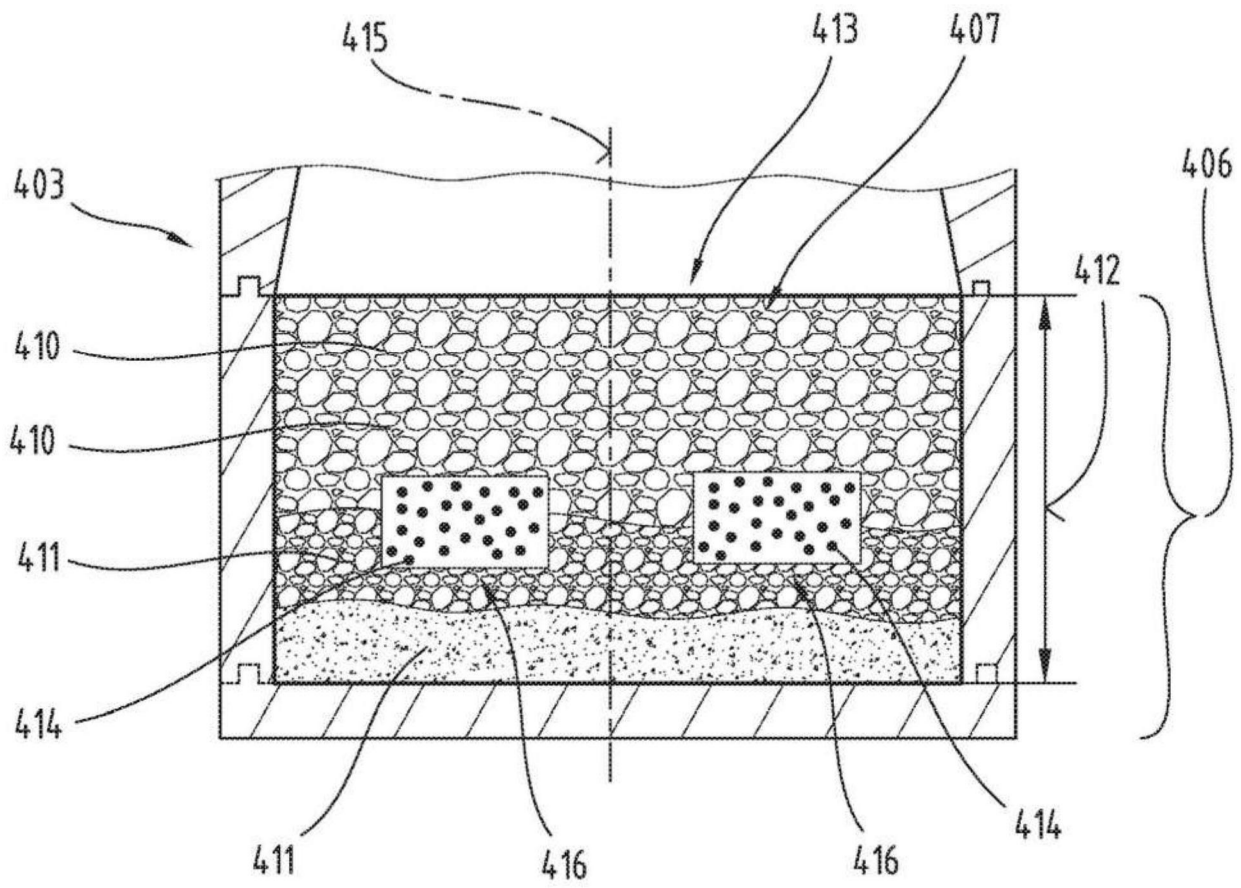


图5

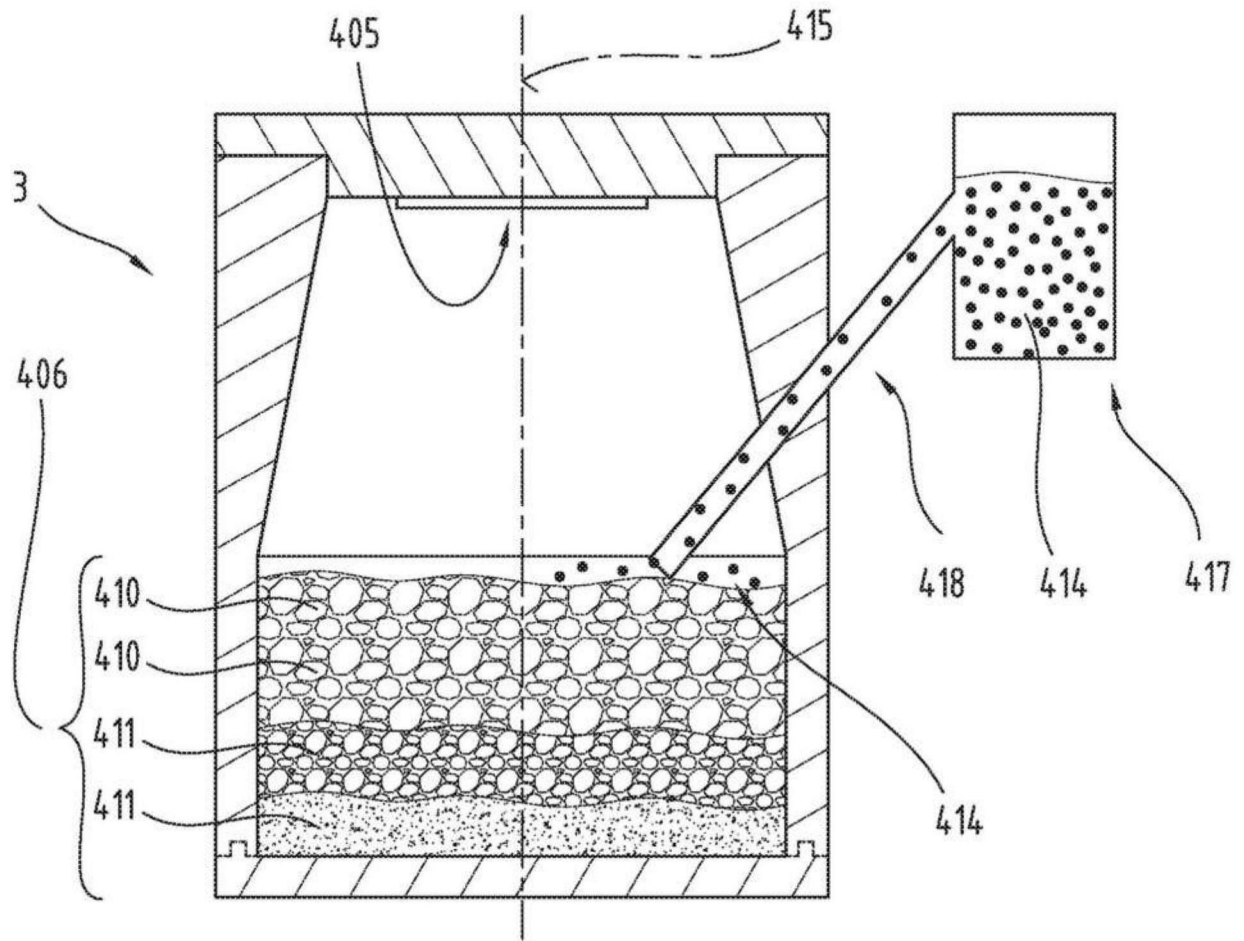


图6