



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 102898004 B

(45)授权公告日 2017.03.01

(21)申请号 201210323953.2

(22)申请日 2012.07.24

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 102898004 A

(43)申请公布日 2013.01.30

(30)优先权数据
13/189897 2011.07.25 US

(73)专利权人 赫罗伊斯石英玻璃股份有限两合公司

地址 德国哈瑙

专利权人 信越石英株式会社

(72)发明人 K·克莫奇 L·E·巴尔
C·哈格斯特伦

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

代理人 代易宁

(51)Int.Cl.
G03B 20/00(2006.01)

(56)对比文件
TW 200712018 A, 2007.04.01,
CN 201722278 U, 2011.01.26,
US 2002166341 A1, 2002.11.14,
审查员 杨絮

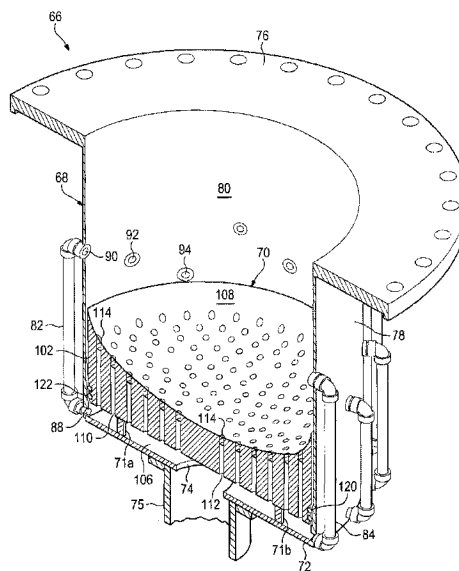
权利要求书2页 说明书5页 附图5页

(54)发明名称

金属和石墨模具以及制造坩埚的方法

(57)摘要

一种用于制造熔融石英坩埚的模具,包括具有内孔的圆柱形罐。石墨内衬容纳于该孔内,并具有适合形成坩埚的下表面的上表面,该罐的内孔形成坩埚的侧壁。当模具旋转时,石英颗粒沉积在该模具中。在熔融过程中,形成在内衬之上的罐中和内衬中的孔抽吸空气通过石英。



1. 一种用于制造具有圆柱形侧壁的熔融石英坩埚的模具,包括:
 - 具有内孔的金属圆柱形罐,所述内孔被构造并布置成形成圆柱形的侧壁,其中金属圆柱形罐用于形成坩埚的圆柱形上壁;
 - 容纳在所述罐内的石墨内衬,所述石墨内衬具有适合形成所述坩埚下部的上表面;
 - 形成在所述石墨内衬的下端和所述罐的底部之间的室;
 - 形成在所述罐的周边周围并与所述室连通的第一多个孔;
 - 形成在所述罐的周边周围并与所述罐的石墨内衬上方的内部连通的第二多个孔;
 - 形成在所述上表面和所述室之间的石墨内衬中的多个孔;
 - 将至少一些第一孔中的每一个与第二孔连接的导管,由此提供所述室和罐的石墨内衬上方的内部之间的连通;和
 - 形成在所述内衬和所述罐之间的围绕所述石墨内衬和所述罐的周边的密封。
2. 一种用于制造具有圆柱形侧壁的熔融石英坩埚的旋转模具,所述模具包括:
 - 具有形成圆柱形孔的壁的金属容器;和
 - 容纳在所述容器的下部的石墨内衬,所述石墨内衬形成所述坩埚的下部,容器壁形成所述坩埚的上部,
 - 在石墨内衬中的多个孔,至少一些这些孔中的每个的一端与所述内衬的上表面连通,且其另一端适合与真空泵连通;和
 - 在金属容器中的多个孔,至少一些这些孔中的每个的一端与孔壁连通,且另一端适合与所述真空泵连通,
 - 其中在石墨内衬中的多个孔和在金属容器中的多个孔被构造并布置成在坩埚熔融过程中抽吸气体通过石英。
3. 如权利要求2所述的旋转模具,其中,所述容器进一步包括与石墨内衬中的孔连通的室。
4. 如权利要求3所述的旋转模具,其中,所述模具进一步包括与所述室和所述金属容器中的孔连通的多个管。
5. 如权利要求4所述的旋转模具,其中,在形成熔融石英坩埚的过程中,所述真空泵对所述室施加真空,并且其中,所述石墨内衬和容器中的孔适于通过所述孔抽吸气体通过容纳在模具中的石英。
6. 如权利要求5所述的旋转模具,其中,所述金属容器进一步包括凸缘,所述凸缘适于连接到用于在坩埚熔融过程中冷却所述模具的液体容器。
7. 如权利要求6所述的旋转模具,其中,所述石墨内衬中的孔是垂直取向的。
8. 如权利要求7所述的旋转模具,其中,所述金属容器中的孔是水平取向的。
9. 一种用于制造熔融石英坩埚的旋转模具,包括:
 - 金属部分,该金属部分成形为用于形成坩埚的圆柱形的上壁,其中所述金属部分包括基本圆柱形的罐,并且其中石墨部分包括容纳在所述罐的下部中的石墨内衬;
 - 石墨部分,该石墨部分成形为用于形成所述坩埚的下部,
 - 形成在所述金属部分和所述石墨中的多个孔,所述孔被构造并布置成在坩埚熔融过程中抽吸气体通过石英,和
 - 连接于所述罐的外部的多个导管,用于在坩埚熔融过程中抽吸气体通过所述罐的孔。

10. 如权利要求9所述的模具,其中,每个导管的一端与罐孔连通,另一端与形成在石墨内衬之下的罐中的室连通。

11. 如权利要求9所述的模具,进一步包括形成在所述金属部分和所述石墨部分之间的密封。

12. 一种用于制造熔融石英坩埚的方法,包括:

将石墨基底插入具有圆柱形孔的金属罐中;

旋转所述罐;

将石英分布在石墨内衬的顶部和罐的侧部;以及

将石英熔融成由所述石墨内衬和所述罐形成的形状。

13. 如权利要求12所述的方法,进一步包括在熔融过程中抽吸气体通过石英,进入形成在所述罐中的孔。

14. 如权利要求12所述的方法,进一步包括在熔融过程中抽吸气体通过石英,进入形成在所述石墨基底中的孔。

15. 如权利要求12所述的方法,进一步包括在所述石墨基底的底部和所述罐的底部之间形成空间。

16. 如权利要求15所述的方法,进一步包括在熔融过程中抽吸气体通过形成在石英和所述空间之间的基底中的孔。

17. 如权利要求15所述的方法,进一步包括在熔融过程中抽吸气体通过在所述罐的侧壁中形成的孔。

18. 如权利要求17所述的方法,其中,在熔融过程中抽吸气体通过在所述罐的侧壁中形成的孔包括抽吸气体进入将所述罐的孔和所述空间连接起来的导管。

19. 如权利要求18所述的方法,其中,抽吸气体通过所述孔包括在熔融过程中对所述空间施加真空。

20. 一种用于制造熔融石英坩埚的模具,包括:

金属容器,所述金属容器具有壁,该壁形成圆柱形的孔,其中金属容器用于形成坩埚的圆柱形上壁;

容纳在所述容器内的石墨内衬,用于形成所述坩埚的下部;

形成在所述金属容器内的多个螺孔;和

多个圆柱形的石墨塞,每个石墨塞具有形成在其径向外表面的螺纹,用于与对应的一个螺孔螺纹接合,

在石墨内衬中的多个孔,至少一些这些孔中的每个的一端与所述内衬的上表面连通,且其另一端适合与真空泵连通;和

在金属容器中的多个孔,至少一些这些孔中的每个的一端与孔壁连通,且另一端适合与所述真空泵连通,

其中在石墨内衬中的多个孔和在金属容器中的多个孔被构造并布置成在坩埚熔融过程中抽吸气体通过石英。

金属和石墨模具以及制造坩埚的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及石英坩埚领域,尤其是制造这种坩埚的模具及其制造方法。

背景技术

[0002] 从单晶硅坯料制造半导体工业中所用的硅片。通常使用Czochralski(CZ)工艺制造这些坯料。在CZ工艺中,将金属硅装在安放在基座中的石英玻璃坩埚中,该基座容纳在晶体生长室中。围绕基座的加热器加热该装料,由此熔融硅。之后在硅的熔融温度或其附近从熔体中拉出单晶硅。

[0003] 用于该工艺的坩埚具有在CZ工艺期间通过基座支撑的圆形底部和圆柱形壁。使用旋转石墨模具制造坩埚,该模具具有在模具侧部和底部与模具内连通的空气通道。当模具旋转时,高质量石英颗粒分布在模具表面上并以已知方式成形。之后电极降到模具内,施加300KVA至1200KVA范围内的电力,由此产生等离子气体球。如此产生的热量熔融石英成形为适用于CZ工艺中的坩埚的形状。

[0004] 该用于制造这些坩埚的石墨模具或内衬容纳在金属容器中,该金属容器在工业中称为罐。该内衬形状上是圆柱形的,带有尺寸适合容纳于罐中的圆柱形外壁。该石墨内衬包括模具腔,该模具腔具有用于成形坩埚下端的圆形下部和用于成形直立坩埚壁的圆柱形内壁表面。上述空气通道与模具腔的表面连通。

[0005] 石墨内衬的制造是复杂且昂贵的。其通过将浆料纯化、热处理、并在等静压机中成形为圆柱形坯来制造。对于一些坩埚,坯必须具有36英寸直径。一些较大石墨模具所要求的高度受限于压机的容量。之后,加工这样形成的石墨坯以成形用于形成坩埚的腔和空气通道。

[0006] 在一方面,石墨是用作坩埚模具的适用材料,因为其可相对容易地成形为模制坩埚的所需形状。并且,相对于一些材料,石墨更为适用,因为其能够在熔融过程中耐受由等离子气体和石英产生的热量。另一方面,相对于金属,石墨磨损更快,因此其逐渐变得磨损并必须周期性更换。但金属很难成形为模制坩埚所需的形状。迄今已知的最好方法是采用容易加工的石墨,同时接受其由于高磨损速率而必须频繁更换。

[0007] 相对于金属而言,石墨的另一个缺点是石墨的冷却时间比金属长。这降低了坩埚的生产量并增加了生产成本。由于在石墨模具外部和罐之间存在空间,因此该空间内的空气可作为隔热体,其可保存热量,即,在熔融结束后减慢冷却。

[0008] 最后,坩埚的熔融从石英的径向最内层向径向最外层推移。在最内层熔融之前,通过真空泵吸取气体通过石英并进入石墨模具中的空气通道。一旦最内层熔融,真空只能通过成形的石英的最上部分围绕其周边吸取空气。这在熔融的坩埚表面和模具腔的表面之间的石英颗粒层中产生强烈的空气流。该流来自石英的顶部并进入形成在模具的侧部和底部的空气通道中。

[0009] 当需要该流如上所述移除气体并阻止气泡时,它还对石墨模具造成大量磨损。这种磨损发生在顶部的周边周围。此外,由于向下流到模具内的空气通道孔的气流,在模具表

面形成通道。这些通道形成垂直凹槽,这些凹槽从形成在石墨模具的侧壁上的孔向上延伸。

发明内容

[0010] 一种用于制造具有基本上圆柱形侧壁的熔融石英坩埚的模具,包括:具有内孔的圆柱形罐,所述内孔被构造并布置成形成基本上圆柱形的侧壁;容纳在所述罐内的石墨内衬,所述内衬具有适合形成所述坩埚下部的上表面;形成在所述内衬的下端和所述罐的底部之间的室;形成在所述罐的周边周围并与所述室连通的第一多个孔;形成在所述罐的周边周围并与所述罐的内衬上方的内部连通的第二多个孔;形成在所述上表面和所述室之间的内衬中的多个孔;将至少一些第一孔中的每一个与第二孔连接的导管,由此提供所述室和罐的内衬上方的内部之间的连通;和形成在所述内衬和所述罐之间的围绕所述内衬和所述罐的周边的密封。

附图说明

- [0011] 图1是在制造石英坩埚过程中的现有技术模具的横截面示意图。
[0012] 图2是依据本发明原理的模具的横截面透视图。
[0013] 图3是图2所示模具的正视图。
[0014] 图4是图3所示部分的横截面局部放大图。
[0015] 图5是图2所示的模具的横截面略微放大图,该模具中形成了一层石英。

具体实施方式

[0016] 现在参考图1,总体以10表示的是用于熔融依据本发明的石英坩埚的现有技术系统。该系统包括具有内模具表面14的模具12。模具12容纳在圆柱形罐13中。设置在罐13底部的支柱11a、11b将模具12支撑并定位在罐内。在基本圆柱形垂直壁16上形成模具表面14。在图1所示的模具中,壁16限定了直径为约620mm的圆柱形腔,但本发明也可同样良好地应用在具有更小和更大直径的模具中。O形环在罐13和模具14之间围绕着其外周产生气体密封。

[0017] 多个空气通道,例如空气通道18、20与内模具表面14相通。每个空气通道包括圆柱形孔,该孔在模具表面14上产生圆形开口,例如开口22、24。每个空气通道,例如通道20,包括多孔石墨塞,例如塞26,其可防止石英从模具腔被拉入空气通道。空气通道,例如通道18、20,分别与集管28、30相连通。

[0018] 空气通道18、20形成围绕模具12的壁的空气通道圈的一部分。其余空气通道圈形成在包含通道18、20的圈的上方。其余空气通道,例如通道32、34形成在模具12的底部。类似其他空气通道,每个都包括塞,例如塞26,其可渗透气体但是阻挡石英颗粒。如图所示,空气通道32、34也包含在一个圈里(从模具12顶部看),其余空气通道包括在一个从包含通道34、34的圈径向向外的圈里,以及从其径向向内的圈里。

[0019] 与模具12的底部连通的空气通道,例如通道32、34,还与形成在模具12的下表面和罐13的底部38之间的集管36连通。集管28、30也与集管36连通。

[0020] 罐13还包括与形成在罐底部38中的孔42连通的管40。由此,集管28、30、38都与管40的内部连通。现在结束罐13的描述,凸缘44围绕罐的上周边延伸。该凸缘用于将罐13与常规水夹套(图中未示出)连接。水流动通过该夹套并接触罐13。这防止在熔融过程中模具12

和罐13的温度变得过热。

[0021] 该水夹套填充有水并安装在可旋转平台(也未示出)上。在操作时,如图所示,模具12放入罐13内。之后,罐13下降到水在其中循环的水夹套中。管40与水夹套密封并从其延伸。其与真空泵(图中未示出)连接。该泵构造成从模具腔中抽出空气,该被抽出的空气通过空气通道、集管并最终通过孔并排出系统10。该泵通常具有每小时约80和350立方米之间的容量,当然也可依据通道、孔、集管、阀及设置在模具表面14和泵之间的其他结构的导通率,采用不在上述范围内的泵来实施本发明。

[0022] 可通过马达(图中未示出)围绕垂直轴线46旋转支撑罐13的平台(未示出)。一组常规电极48、50与常规DC电源52连接,该电源52可在约300KVA和1200KVA之间的可选择范围内向电极供应电力。当向电极48、50供应足够的电力时,在电极周围形成极热的等离子气体球。

[0023] 模具12包含成形为坩埚形状的石英层56。部分剖开显示层56以暴露模具表面14。当石英熔融时,层56的径向内表面57形成坩埚的径向内表面。

[0024] 总体地描述系统10的操作,当模具12围绕轴线46旋转时,天然石英颗粒被放置在模具12中。如本文所采用的,术语石英可以是天然或合成石英、无定形或晶体石英、掺杂任何掺杂物的石英、或任何可烧结或熔融成坩埚的颗粒材料。以已知方式将颗粒放在模具中,通过模具旋转产生的离心力保持颗粒附着在模具腔的内部。同样以已知方式,在电极48、50下降到模具腔中之前,如图所示,颗粒形成为坩埚形状。一旦所有颗粒接收在模具中并形成图1所示的形状,如图1所示地定位电极48、50,施加电能,并打开真空泵(图中未示出)。一旦等离子气体54加热颗粒到位于层56的最内表面57上的颗粒开始熔融的点时,熔融前端形成,并随着时间从坩埚的最内表面向附近的模具表面14推移,熔融前端充满模具表面14上。

[0025] 当即将在层56的径向内表面57上开始熔融之前,真空泵将环境气体抽入模具孔,例如孔18、20、32,进入集管28、30、36,进入管40,并从此处排入大气中,通常通过一过滤系统。本文所采用的,术语气体可以指该环境大气以及从熔融石英中释放出的气体。

[0026] 当熔融开始于层56的径向内表面57的不同位置时,大气和集管中的压力之间的压力降开始增大。当熔融继续,径向内表面57最终完全熔融,并且抽吸通过石英的气体限制于抽吸进入层56的上表面58的气体。随着熔融进一步继续,该气体流进一步限制于位于模具表面14上的未熔融石英的逐渐缩小的层。由此,大量气体限制于层56的熔融部分和模具表面14之间的流。该流选择性地侵蚀模具12的表面。例如,如图所示,经过位于上表面58和模具表面14之间的模具肩部60的流磨损肩部60。图1还显示了肩部的横截面部分62。

[0027] 在每个孔上方磨损的凹槽中产生其它腐蚀区域。为了保持附图清晰,在图中仅显示了一个这样的凹槽,即凹槽64。这些凹槽也源自气流路径,该气流路径逐渐地限制于位于模具表面14上的未熔融石英的逐渐缩小的层。大的气体体积和快的流速具有腐蚀肩部60和凹槽64的效果(其实质是通过喷砂)。

[0028] 现转向图2-4,66总体示出了根据本发明构造的模具。模具66包含圆柱形罐68,本文也称作金属容器,和石墨内衬70,本文也称作石墨基底。支柱71a、71b将内衬70支撑并定位在罐68内。该罐由钢制成,优选为耐热及不锈钢。如SUS 304或SUS 316的Ni-Cr-Fe合金也良好地适用于制作罐68。该罐包括底部72,该底部72上形成有开口74。该底部72通过开口74连接到管75。凸缘76绕该罐的上部周边延伸。该罐包含圆柱形壁78,该壁78限定了内孔80。

罐68可以容纳在常规的水夹套(为了展示罐,图中未示出)内。该水夹套安装在可旋转的平台(图中未示出)上。当罐、内衬、水夹套装配为如图2所示的罐和内衬时,它们可围绕轴线81旋转。和现有技术一样,真空泵(图中未示出)在管75中向下抽吸空气。

[0029] 管,例如管82、84、86,每一个都连接到壁78,在第一多个孔,例如位于管82下端的孔88,以及在第二多个孔,例如位于管82上端的孔90,也例如孔92、94。这些管本文也称作导管。配件96(最佳如图4所示)容纳在孔90内,且包含螺孔98。多孔石墨塞100形状上大致是圆柱形的,且包含形成在其径向外表面的螺纹。螺纹与螺孔98螺纹接合。其它形成在罐68中的孔(如孔92、94)的每一个包含类似的多孔石墨塞,如塞100。尽管图中所示塞100与配件96螺纹接合,但本发明也可通过将塞压配入配件或罐孔来实现。

[0030] 现在来考虑石墨内衬70的结构,该内衬包含基本圆柱形的直立壁102和基本平坦的下表面104。在罐68的底部72和内衬70的表面104之间形成室106,本文也称作空间。该内衬具有弯曲的上表面108,该弯曲的上表面108成形为形成模具66中形成的坩埚的对应下表面,如下将看到的。

[0031] 多个孔,例如孔110、112,在上表面108和下表面104之间延伸。每个孔包含多孔石墨塞,例如塞114,其被压配到孔中。一对环形通道116、118围绕内衬70的圆周延伸,并分别容纳O形环120、122,以便在内衬和罐68之间密封。

[0032] 在目前的实施方式中,石墨内衬70大约24英寸,并且设计为产生具有610mm外直径的坩埚。表面108具有两个不同的曲率半径。第一,在表面108的中央部,是局部球形。第二,在表面108的周边,是局部隆起。后者的曲率半径延伸至表面108与壁102的相交处。壁102处的内衬约9.4英寸高。这些尺寸是本发明实施例的示例,本发明的内衬和罐可以形成多种不同尺寸和比例。

[0033] 转向图5,现考虑如何采用本发明的实施例制备坩埚。先前已标记的结构在图5中保持相同的标号。如同先前的视图,为了揭示当前实施例的结构,容纳罐68的常规水夹套没有被示出。

[0034] 首先,如图2-4所示装配构件。接着,该装配的结构围绕轴线81旋转,高质量的石英颗粒沉积在模具66内并以传统方式成形为层124(在图5中)。在颗粒成形为坩埚需要的形状后,真空泵(图中未示出)对管75施加真空,并且电源52被激活以产生等离子气体球。在任何情况下,石英颗粒的熔融首先开始在颗粒层124的径向内表面126上。

[0035] 在大约同时,环境大气抽吸通过层124,通过内衬70内的多孔石墨塞,例如塞114,通过孔,例如孔110、112,进入室106,进入管75,并从此处进入大气,一般通过空气过滤系统(图中未示出)。

[0036] 当环境大气被这样抽吸时,其也可被抽吸通过层124,通过配件内的多孔石墨塞,例如配件96内的塞100,通过管,例如管82、84、86,进入室106,进入管75,并从此处通过空气过滤系统进入大气。

[0037] 随着熔融的进行,最终整个表面126熔融,且熔融前端在罐中从表面126向孔80推移。在表面这样熔融后,大气只能够通过其上表面128进入层124。流使颗粒向下移动并进入罐68内的孔,例如孔90、92、94,并且进入石墨内衬70内的孔,例如孔110、112。可以理解的是,在表面126熔融后,在罐68的径向内表面和熔融表面126之间存在较大的流速。然而,这并不会在罐上产生过度的磨损,因为罐是钢的。当流到达石墨内衬70的径向外表面,流速相对

于其在内衬上方时减小。因此,可保护内衬不受到最快速并且是最具腐蚀性的气流的影响。

[0038] 如同现有技术,在罐孔和内衬孔中的石墨塞都可作为过滤器,防止石英被吸入真空系统。由于二者之间的螺纹连接,螺纹石英塞基本上固定于其相对的配件中。

[0039] 通过定位石墨内衬中的孔和罐中的孔,且每个孔带有相对应的管,可以以任何方式设计通过石英颗粒的流,包括与现有技术的模具对应,例如如图1所示的那个,其中所有的孔形成在全尺寸石墨内衬中。

[0040] 已经在优选实施例中描述和示出了本发明的原理,显而易见的是本发明可以在不背离上述原理的情况下对布置和细节作出修改。所有的修改和变型都在下述权利要求的精神和范围内。

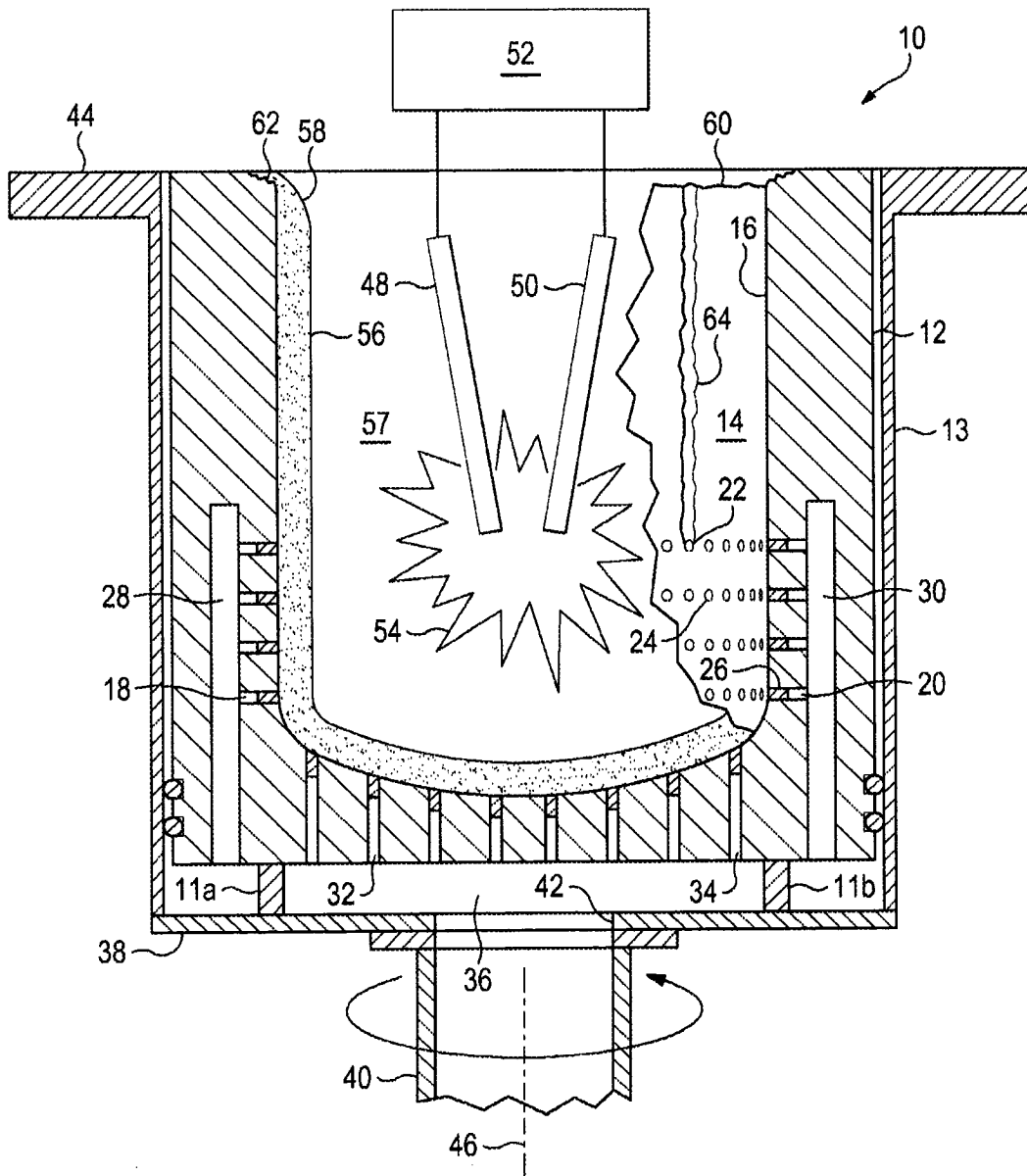


图 1(现有技术)

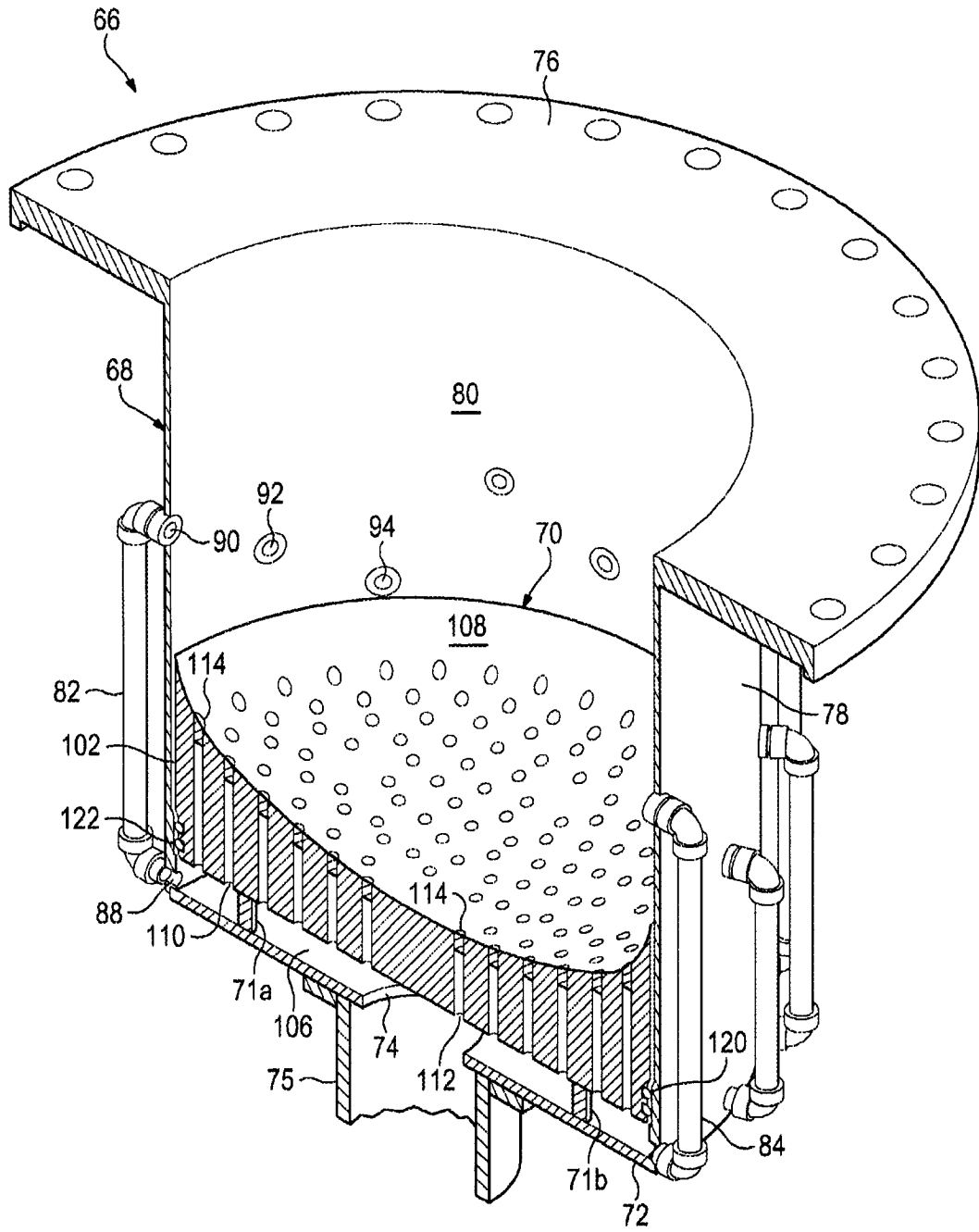


图 2

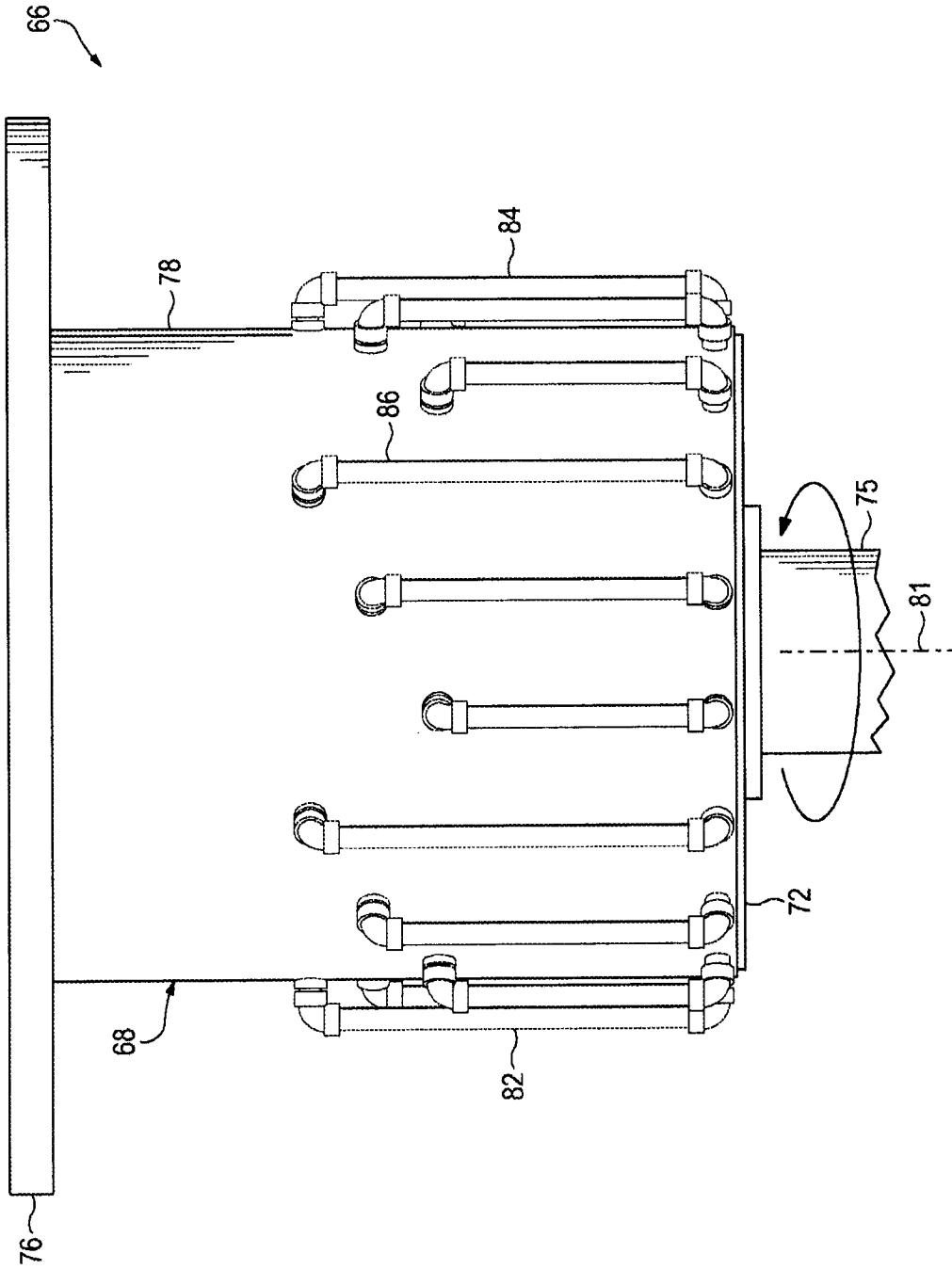


图 3

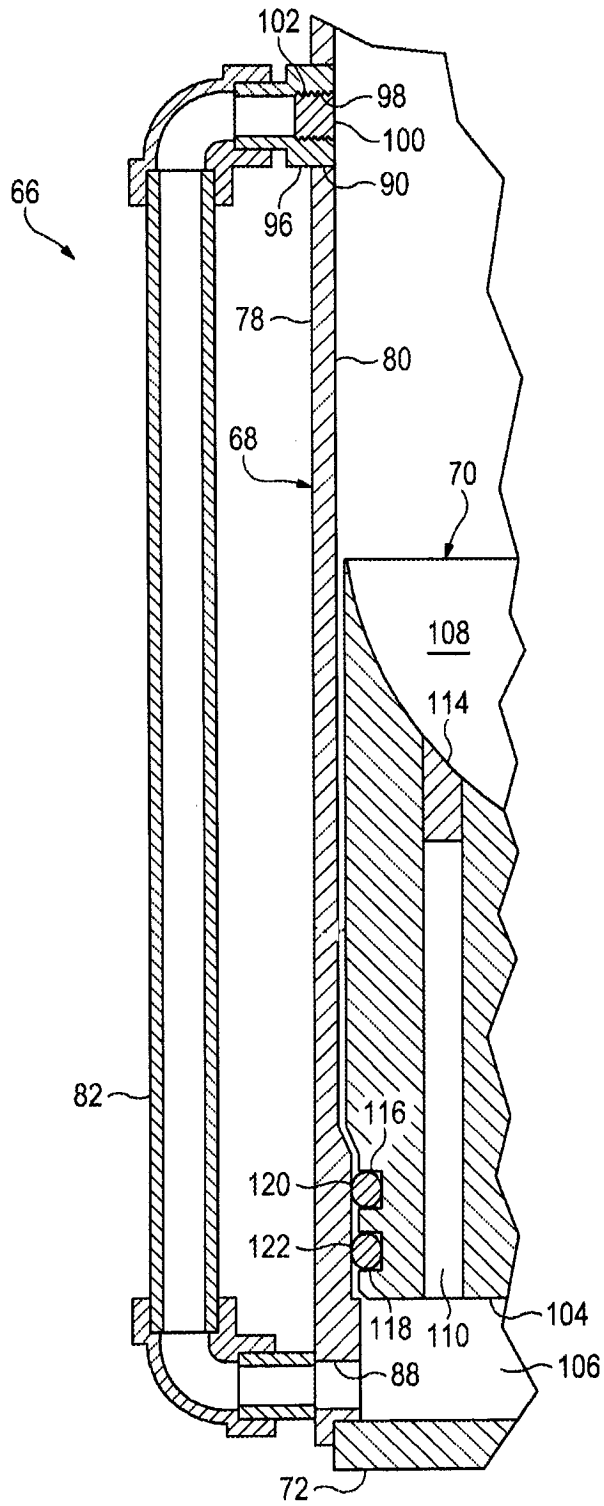


图 4

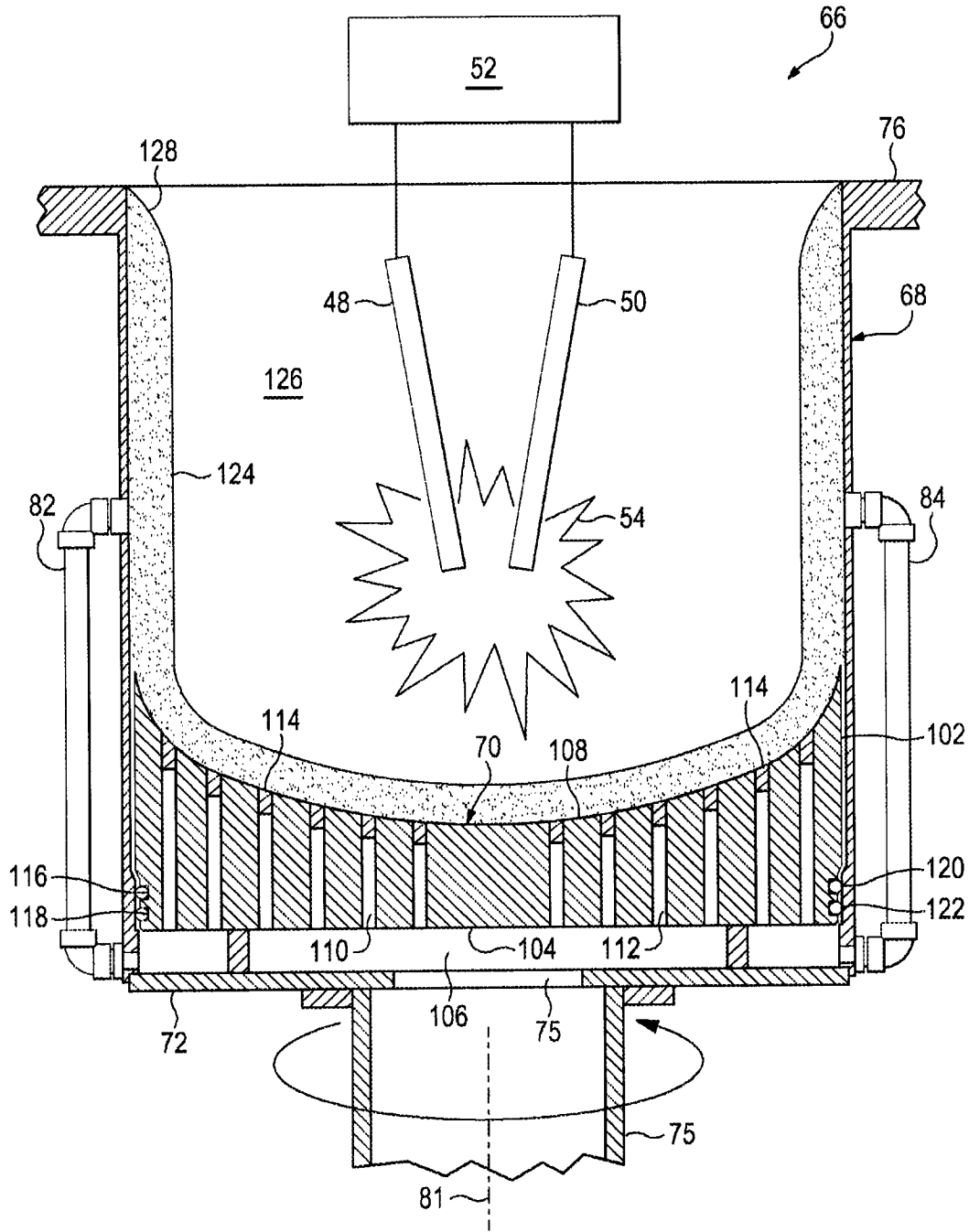


图 5