(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 115298365 B
(45)授权公告日 2024.07.02

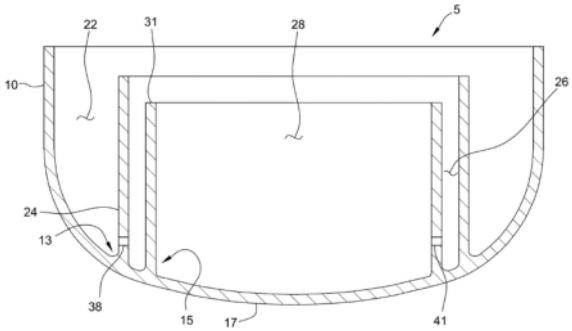
(21)申请号 202080098642.3
(22)申请日 2020.12.31
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 115298365 A
(43)申请公布日 2022.11.04
(30)优先权数据
16/796,482 2020.02.20 US
16/796,522 2020.02.20 US
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2022.09.16
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2020/067618 2020.12.31
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2021/167700 EN 2021.08.26
(73)专利权人 环球晶圆股份有限公司
地址 中国台湾新竹市工业东二路8号
(72)发明人 R·J·菲利普斯 S·塞佩达 P·F·伯格曼三世 W·卢特尔
(74)专利代理机构 北京律盟知识产权代理有限责任公司 11287
专利代理师 江葳
(51)Int.Cl.
C30B 15/00(2006.01)
C30B 15/06(2006.01)
C30B 15/12(2006.01)
C30B 29/06(2006.01)
C30B 35/00(2006.01)
(56)对比文件
CN 106574391 A,2017.04.19
CN 105452542 A,2016.03.30
CN 102001819 A,2011.04.06
US 2008/0153688 A1,2008.06.26
CN 104955991 A,2015.09.30
JP 特开2010-280567 A,2010.12.16
审查员 汤永辉
权利要求书2页 说明书6页 附图9页

(54)发明名称

形成套装坩埚组合件的方法,坩埚模具,以及套装坩埚

(57)摘要

本发明公开一种用于形成用于固持用于形成硅锭的硅熔融物的套装坩埚组合件的方法。在一些实施例中,所述方法涉及具有通道网状结构的多孔坩埚模具,所述通道网状结构具有底部通道、从所述底部通道延伸的外部侧壁通道及从所述底部通道延伸的中心堰通道。可将粉浆添加到所述通道网状结构且可将所述粉浆的液体载剂汲取到所述模具中。可烧结所得生坯以形成所述坩埚组合件。



CN 115298365 B

1.一种用于形成用于固持用于通过丘克拉斯基方法形成硅锭的硅熔融物的套装坩埚组合件的方法,所述方法包括:

提供坩埚模具,所述模具具有:

通道网状结构,所述通道网状结构包括:

底部通道;

外部侧壁通道,其从所述底部通道延伸;

中心堰通道,其从所述底部通道延伸;及

内部堰通道,其从所述底部通道延伸,所述中心堰通道安置于所述外部侧壁通道与所述内部堰通道之间;

中心堰通道冒口,其与所述中心堰通道流体连通;

内部堰通道冒口,其与所述内部堰通道流体连通;及

外部侧壁通道冒口,其与所述外部侧壁通道流体连通;

将粉浆引入(1)所述中心堰通道冒口、(2)所述内部堰通道冒口和(3)所述外部侧壁通道冒口中的至少一者中以使用所述粉浆填充所述底部通道、所述外部侧壁通道、所述中心堰通道及所述内部堰通道,所述粉浆包括硅石及液体载剂;

从所述通道网状结构移除所述液体载剂的至少一部分以形成生坯;

将所述生坯与所述坩埚模具分离;以及

烧结所述生坯以使所述生坯干燥且致密化以形成所述套装坩埚组合件。

2.根据权利要求1所述的方法,其中所述模具包括多孔本体且通过毛细管作用将所述液体载剂汲取到所述模具中。

3.根据权利要求2所述的方法,其中所述多孔本体由多孔硅石制成。

4.根据权利要求1所述的方法,其中所述生坯的水分含量小于50%。

5.根据权利要求1所述的方法,其中在从1200℃到1800℃的温度下烧结所述生坯。

6.根据权利要求1所述的方法,其中所述底部通道、所述外部侧壁通道、所述中心堰通道及所述内部堰通道各自彼此流体连接。

7.根据权利要求6所述的方法,其中所述底部通道是修圆的。

8.根据权利要求7所述的方法,其中所述套装坩埚组合件包含单层底部。

9.根据权利要求1所述的方法,其中所述套装坩埚组合件是透明的。

10.根据权利要求1所述的方法,其中所述套装坩埚组合件包括:

底部;

外部侧壁,其从所述底部向上延伸;

中心堰,其从所述底部向上延伸;及

内部堰,其从所述底部向上延伸,所述中心堰安置于所述外部侧壁与所述内部堰之间。

11.根据权利要求1所述的方法,其中选择所述粉浆及/或模具以形成具有小于1ppmw的钙浓度、小于0.5ppmw的钠浓度、小于0.5ppmw的钾浓度、小于0.5ppmw的锂浓度及小于0.5ppmw的铁浓度的套装坩埚组合件。

12.根据权利要求11所述的方法,其中所述模具包括:

中心堰支桩,其延伸穿过所述中心堰通道以在所述套装坩埚组合件的所述中心堰中形成开口以允许硅熔融物行进通过所述中心堰;及

内部堰支桩,其延伸穿过所述内部堰通道以在所述套装坩埚组合件的所述内部堰中形成开口以允许硅熔融物行进通过所述内部堰。

13.根据权利要求1所述的方法,其中所述中心堰通道冒口、所述内部堰通道冒口和所述外部侧壁通道冒口中的每一者包括圆锥部分和导管,所述圆锥部分安置于所述导管上方且与所述导管流体连通。

14.根据权利要求1所述的方法,其中所述中心堰通道冒口是第一中心堰通道冒口,所述内部堰通道冒口是第一内部堰通道冒口,且所述外部侧壁通道冒口是第一外部侧壁通道冒口,所述坩埚模具包括:

第二中心堰通道冒口,其与所述中心堰通道流体连通;

第二内部堰通道冒口,其与所述内部堰通道流体连通;及

第二外部侧壁通道冒口,其与所述外部侧壁通道流体连通;

所述方法包括从(1)所述第二中心堰通道冒口、(2)所述第二内部堰通道冒口和(3)所述第二外部侧壁通道冒口中的至少一者中抽出空气,同时将粉浆引入(1)所述中心堰通道冒口、(2)所述内部堰通道冒口和(3)所述外部侧壁通道冒口中的至少一者中。

形成套装坩埚组合件的方法,坩埚模具,以及套装坩埚

[0001] 相关申请案的交叉引用

[0002] 本申请案主张2020年2月20日申请的第16/796,482号美国非临时专利申请案及2020年2月20日申请的第16/796,522号美国非临时专利申请案的优先权。两个申请案的全部内容以引用的方式并入本文中。

技术领域

[0003] 本公开的领域涉及用于形成用于固持用于形成硅锭的硅熔融物的套装坩埚组合件的方法且特定来说,涉及用于形成用于在连续丘克拉斯基(Czochralski)硅锭生长中使用的具有中心及内部堰的套装坩埚组合件的方法。本公开的领域还涉及坩埚模具及套装坩埚。

背景技术

[0004] 单晶硅锭可通过其中将单晶硅晶种与固持于坩埚内的硅熔融物接触的所谓的丘克拉斯基方法制备。从熔融物抽出单晶硅晶种以从熔融物提拉单晶硅锭。在其中最初在坩埚内熔融多晶硅的装料且从熔融物抽出硅锭直到坩埚内的熔融硅耗尽的批量系统中制备锭。替代地,可在其中在锭生长期间将多晶硅断续或连续地添加到熔融物以补充硅熔融物的连续丘克拉斯基方法中抽出锭。

[0005] 在连续丘克拉斯基方法中,可将坩埚分成单独熔融区。例如,坩埚组合件可包含其中在硅锭生长时添加且熔融多晶硅以补充硅熔融物的外部熔融区。硅熔融物从外部熔融区流动到外部熔融区内的其中熔融物热稳定的稳定区。硅熔融物接着从稳定区流动到生长区,从所述生长区提拉硅锭。

[0006] 常规地,用于通过连续丘克拉斯基方法生长硅锭的坩埚组合件可包含一或多个嵌套坩埚,例如第10,450,670号美国专利中展示的坩埚组合件。替代地或另外,坩埚组合件可包含连接到坩埚的底部且从坩埚的底部向上延伸的一或多个堰,如第8,262,797号美国专利中公开。两个类型的坩埚布置涉及在经放置于拉晶器热区中时使用对准工具以提供坩埚组合件上方的均匀气流。两个类型的构造需要在坩埚组合件的底部处形成连接(即,堰或坩埚到组合件的底部的接合)。这些连接可劣化,这引起坩埚组合件变形且损失一或多个容限。

[0007] 存在对于抵抗变形的可不使用或使用更少对准工具放置于热区中且可经更简单地制造的坩埚组合件,以及对于用于制备此类坩埚组合件的方法的需要。

[0008] 此段落旨在向读者介绍可与在下文描述及/或主张的本公开的各种方面相关的此项技术的各种方面。相信,此论述有助于向读者提供背景信息以促进本公开的各种方面的更好理解。因此,应理解,这些陈述应在此意义上阅读且不作为现有技术的认可。

发明内容

[0009] 本公开的方面涉及一种用于形成用于固持用于通过丘克拉斯基方法形成硅锭的

硅熔融物的套装坩埚组合件的方法。提供坩埚模具。所述模具具有通道网状结构,所述通道网状结构包含底部通道及从所述底部通道延伸的外部侧壁通道。所述通道网状结构还包含从所述底部通道延伸的中心堰通道及从所述底部通道延伸的内部堰通道。所述中心堰通道安置于所述外部侧壁通道与所述内部堰通道之间。将粉浆(slip slurry)引入所述通道网状结构中以使用所述粉浆填充所述底部通道、所述外部侧壁通道、所述中心堰通道及所述内部堰通道。所述粉浆包含硅石及液体载剂。从所述通道网状结构至少部分移除所述液体载剂以形成生坯。从所述坩埚模具移除所述生坯。烧结所述生坯以使所述生坯干燥且致密化以形成所述套装坩埚组合件。

[0010] 本公开的另一方面涉及一种用于形成用于固持用于通过丘克拉斯基方法形成硅锭的硅熔融物的套装坩埚组合件的方法。提供坩埚模具。所述模具包含多孔本体及安置于所述多孔本体内的通道网状结构。所述通道网状结构包含底部通道、从所述底部通道延伸的外部侧壁通道及从所述底部通道延伸的内部堰通道。所述内部堰通道安置于所述外部侧壁通道的内侧。将粉浆引入所述通道网状结构中以使用所述粉浆填充所述底部通道、所述外部侧壁通道及所述内部堰通道。所述粉浆包含硅石及液体载剂。通过毛细管作用将所述液体载剂至少部分汲取到所述模具中以形成生坯。将所述生坯与所述坩埚模具分离。烧结所述生坯以使所述生坯干燥且致密化以形成所述套装坩埚组合件。

[0011] 本公开的又一方面涉及一种坩埚模具。所述坩埚模具包含下部分及安置于所述下部分上方的上部分。所述上部分形成中心堰通道及内部堰通道。所述上部分及所述下部分一起形成底部通道及流体连接到所述底部通道的侧壁通道。所述中心堰通道及所述内部堰通道从所述底部通道延伸。

[0012] 本公开的又一进一步方面涉及一种坩埚组合件。所述坩埚组合件包含底部、从所述底部向上延伸的外部侧壁、从所述底部向上延伸的中心堰及从所述底部向上延伸的内部堰。所述中心堰安置于所述外部侧壁与所述内部堰之间。所述底部、所述外部侧壁、所述中心堰及所述内部堰经套装化且在(1)所述外部侧壁与所述底部之间的接合部、(2)所述中心堰与所述底部之间的接合部、(3)所述内部堰与所述底部之间的接合部处无接缝。

[0013] 存在对于关于本公开的上文提及的方面阐述的特征的各种改善。同样,进一步特征还可被并入本公开的上文提及的方面中。这些改善及额外特征可个别或以任何组合存在。例如,下文关于本公开的任何所说明实施例论述的各种特征可单独或以任何组合被并入本公开的任何上述方面中。

附图说明

[0014] 图1是套装坩埚组合件的实施例的横截面;

[0015] 图2是具有形成于其中的生坯的坩埚模具的实施例的透视图;

[0016] 图3是沿着图2中的线3-3获取的坩埚模具及生坯的透视横截面视图;

[0017] 图4是坩埚模具及生坯的俯视图;

[0018] 图5是沿着图4中的线5-5获取的无生坯的坩埚模具的横截面视图;

[0019] 图6是沿着图4中的线6-6获取的无生坯的坩埚模具的另一横截面视图;

[0020] 图7是具有倾倒于其中的粉浆的坩埚模具的横截面视图;

[0021] 图8是具有倾倒于其中的粉浆的坩埚模具的另一横截面视图;及

[0022] 图9是展示用于在所得坩埚的中心堰及内部堰中形成开口的中心堰支桩(peg)及内部堰支桩的坩埚模具的详细横截面视图。

[0023] 贯穿附图,对应元件符号指示对应零件。

具体实施方式

[0024] 本公开的条款涉及用于形成用于固持用于通过丘克拉斯基方法形成硅锭的硅熔融物的套装坩埚(例如,一件式构造)的方法。在图1中展示可通过本公开的实施例产生的示范性套装坩埚组合件5。套装坩埚组合件5包含底部17及从底部17向上延伸的外部侧壁10。坩埚组合件5包含两者皆从底部17向上延伸的中心堰24及内部堰31。中心堰24安置于外部侧壁10与内部堰31之间。

[0025] 根据本公开的实施例,提供具有形成于其中的通道网状结构20(图5到6)的坩埚模具8(图2)。模具8包含当组装在一起时形成通道网状结构20的上部分12及下部分18。如下文进一步描述,将粉浆倾倒到通道网状结构20中且形成呈坩埚的形状的“生坯”40(图2)。将生坯40从模具8移除且进行烧结以形成套装坩埚组合件5(图1)。

[0026] 现参考图2到4,其中为了说明,模具8是透明的且通道网状结构20经展示为具有形成于其中的生坯40,通道网状结构20包含底部通道30及外部侧壁通道32。通道网状结构20还包含各自安置于外部侧壁通道32向内的中心堰通道34及内部堰通道36。中心堰通道34安置于内部堰通道36与外部侧壁通道32之间。如图3中展示,外部侧壁通道32、中心堰通道34及内部堰通道36流体连接到底部通道30(即,通道网状结构的通道中的每一者经流体连接,这允许所得坩埚套装化)。

[0027] 模具8的上部分12包含主体49(图5到6)及从主体49径向向外延伸的凸缘54。主体49具有下表面53(即,凸缘54下方的形成底部通道30及外部侧壁通道32的表面的表面)。

[0028] 模具8的下部分18还包含主体56。主体56具有上表面59(即,形成底部通道30及外部侧壁通道32的表面的表面)且形成上表面59向内的凹槽61。在经说明实施例中,模具8的上部分12的主体49的下表面53的至少一部分及模具8的下部分18的上表面59的至少一部分是修圆的以形成修圆坩埚底部17(图1)。为了组装模具8,将上部分12的主体49降低到下部分18的凹槽61中,直到凸缘54搁置于下部分18上。在此位置中,模具8的上部分12及下部分18一起形成底部通道30及外部侧壁通道32。

[0029] 在经说明实施例中,底部通道30是修圆的(且所得坩埚底部17(图1)是修圆的)。在其它实施例中,底部通道30可更或完全水平(即,平坦)或可为圆锥形或倒置(例如,在中间具有基座)。如图5到6中展示,侧壁通道32的一部分高于中心堰通道34且中心堰通道34的一部分高于内部堰通道36。在其它实施例中,通道可具有不同相对高度(例如,侧壁通道32、中心堰通道34及内部堰通道36的相同高度)。

[0030] 第一外部侧壁通道冒口(riser)58及第二外部侧壁通道冒口60(图2)延伸通过上部分12且与外部侧壁通道32流体连通。第一中心堰通道冒口64及第二中心堰通道冒口66还延伸通过上部分12且与中心堰通道34流体连通。第一内部堰通道冒口70及第二内部堰通道冒口72还延伸通过上部分12且与内部堰通道36流体连通。冒口58、60、64、66、70、72延伸通过上部分12以允许使用粉浆填充通道网状结构20。例如,可将粉浆添加到第一侧壁冒口58及第二侧壁冒口60以使用浆料填充外部侧壁通道32及底部通道30。随着通道30、32填充有

浆料,空气通过未填充有粉浆的对应冒口58、60逸出。类似地,可将粉浆添加到第一中心堰通道冒口64或第二中心堰通道冒口66且到第一内部堰通道冒口70或第二内部堰通道冒口72直到通道网状结构填充有粉浆(图7到8)。在经说明实施例中,每一冒口58、60、64、66、70、72包含敞开到模具8的上部分12的表面57以促进将粉浆倾倒到冒口中的圆锥部分51(图5)。圆锥部分51下方的导管52将圆锥部分51流体连接到相应通道。可添加粉浆直到导管52及/或圆锥部分51开始填充以确保通道网状结构20填充有粉浆。例如,随着液体载剂被汲取到模具8中,粉浆的体积缩小。随着粉浆缩小,安置于冒口58、60、64、66、70、72中的一或多者的导管52及/或圆锥部分51内的粉浆可经汲取到通道网状结构20中。

[0031] 可通常以允许通道网状结构20在浆料的部分开始固化为生坯之前填充有粉浆以允许所得坩埚套装化的任何顺序填充通道。冒口58、60、64、66、70、72的布置是示范性的且可使用其它布置,除外另外陈述。冒口58、60、64、66、70、72可为形成于模具8的上部分12中的开口及/或腔室。在一些实施例中,冒口58、60、64、66、70、72包含开口/腔室及安置于开口/腔室的表面上的衬层。

[0032] 在一些实施例中,经添加到通道网状结构20以填充底部通道30、外部侧壁通道32、中心堰通道34及内部堰通道36的粉浆包含硅石及液体载剂(例如水)。粉浆还可包含其它试剂,例如使硅石粒子保持悬浮的悬浮剂(包含所属领域的技术人员已知的任何悬浮剂)。示范性悬浮剂包含吸收到粒子上的聚合物或有机物(例如,长链有机分子或允许表面电荷在硅石粒子上累积以减小粒子间接触的其它剂)。粉浆还可包含可任选地在烧结期间烧掉的一或多个粘结剂,如下文描述。任选地,粉浆可包含用于促进坩埚模具8与所得生坯40的分离的一或多个脱模剂。

[0033] 坩埚模具8可由允许液体载剂从通道网状结构20移除(例如,例如通过毛细管作用)以形成生坯40的材料制成。在一些实施例中,坩埚模具8由石膏(例如石膏糊料(例如,$CaSO_4 \cdot nH_2O$,其也可称为熟石膏))制成。在其它实施例中,坩埚模具8由多孔硅石制成。坩埚模具8可为通过毛细管作用将液体载剂汲取到模具8中的大体上多孔本体。在其它实施例中,液体载剂可通过真空汲出。

[0034] 一旦液体载剂从粉浆汲出且被汲取到模具8中,“生坯”40(图2到3)便保持在模具8中。例如,生坯40可具有在与模具分离时足以维持其形状的结构。例如,生坯的水分含量可为小于约50%、小于约45%、至少约30重量%、至少约35重量%、至少约40重量%、至少约45重量%、从约30重量%到约50重量%或从约35重量%到约45重量%。

[0035] 可例如通过将生坯40暴露于相对低及/或受控湿度环境(例如,在生坯40具有充分强度之后,移除模具8且将生坯40暴露于相对低及/或受控湿度环境)而使生坯40进一步干燥。如本文中使用的术语“生坯”或“生坯状态”不应被视为限制性意义且通常是指坩埚在液体载剂已从粉浆部分汲取之后且在结构的烧结之前的中间状态。

[0036] 为了将模具8与生坯40分离,可将模具8的上部分12从生坯40且从下部分18提升。可接着从下部分18提升生坯40。所得生坯40可具有从对应于冒口位置的侧壁及堰向上延伸的突部(未展示)(例如,添加粉浆以完全填充通道网状结构20,使得在冒口中填充额外量)。这些突部可经研磨或从生坯40或所得坩埚组合件5(图1)切割。

[0037] 在一些实施例中,模具8可在一或多个通道中包含支桩以在所得坩埚内形成开口以允许熔融硅在坩埚的各个区段之间移动。例如且参考图9,上部分12包含跨中心堰通道34

横向延伸的中心堰支桩48。粉浆在中心堰支桩48周围流动,这产生穿过所得坩埚组合件5的中心堰24的开口38(图1)。替代地或另外,上部分12包含跨内部堰通道36横向延伸以在内部堰31中形成开口41(图1)的内部堰支桩55。在从生坯40及下部分18移除模具8的上部分12之后,可移除(例如,钻孔或凿出)中心堰支桩48及内部堰支桩55。支桩48、55(及所得坩埚开口38、41)的位置是示范性的且可替代为其它位置(例如,不同高度、支桩之间的相对圆周位置及类似者)。模具8可包含用于在中心堰24及/或内部堰31中形成开口的支桩的额外或其它布置。在一些实施例中,模具8不包含支桩。例如,可(例如,通过钻孔或凿开)在生坯及/或所得坩埚中直接形成堰之间的开口及/或坩埚组合件5经配置使得硅在堰上方倾倒。

[0038] 坩埚模具8是示范性的且其它实施例可含有堰及类似者的不同布置,除非另外陈述(例如,仅含有单个堰(即,仅内部堰)或多于两个堰)。在一些实施例中,可在用于形成坩埚组合件5的额外周期中重新使用(例如,在两个、三个、四个、五个或十个或更多个周期中使用)坩埚模具8。可在周期之间例如通过将模具放置于干燥烘箱中以蒸发在形成生坯40期间提拉于其中的液体而使模具8干燥。

[0039] 一旦从模具8移除生坯40,便可(例如,在干燥炉中)烧结生坯40以使生坯40干燥且致密化且形成套装坩埚组合件5(图1)。生坯40可在从约1200℃到约1800℃、从约1300℃到约1700℃或从约1300℃到约1650℃的温度下烧结。在一些实施例中,在烧结之后,坩埚组合件5具有小于20重量%、小于15重量%或小于10重量%的水分含量。

[0040] 在图1中展示在烧结之后的套装坩埚组合件5。在本公开的各个实施例中,套装坩埚组合件5不包含形成于底部17与中心堰24之间的接合部13及形成于底部17及内部堰31处的接合部15处的接缝(即,在这些接合部13、15处无空隙)。替代地或另外,套装坩埚组合件5不包含接合部13、15处的缝接。可在常规坩埚组合件中使用此缝接以在坩埚底部17处连接堰24、31。在经说明实施例中,套装坩埚组合件5包含单层底部17(即,坩埚组合件5不包含各自具有其自身的底部的堆叠坩埚)。套装坩埚组合件5可为透明的。

[0041] 在一些实施例中,选择粉浆,使得所得坩埚组合件具有所要纯度阈值。例如且根据一些实施例,坩埚组合件5包含呈小于约1ppmw、小于约0.8ppmw或小于约0.7ppmw的浓度的钙。替代地或另外,坩埚组合件5可包含呈小于约0.5ppmw、小于约0.2ppmw或小于约0.1ppmw的浓度的钠。替代地或另外,坩埚组合件5可包含呈小于约0.5ppmw、小于约0.2ppmw或小于约0.1ppmw的浓度的钾。替代地或另外,坩埚组合件5可包含呈小于约0.5ppmw、小于约0.4ppmw或小于0.3ppmw的浓度的锂。替代地或另外,坩埚组合件5可包含呈小于约0.5ppmw、小于约0.3ppmw或小于约0.15ppmw的浓度的铁。

[0042] 在一些实施例中,选择(及/或处理)模具8以实现上文列举的一或多个纯度量。例如,模具可由多孔硅石制成以(例如,相对于石膏糊料模具)降低所得坩埚的钙含量。

[0043] 本文中展示且描述的套装坩埚组合件5是示范性组合件。组合件5可具有其它尺寸(例如,一或多个熔融区中的更浅或更深熔融物)、纯度、特征及/或布置,除非另外陈述。

[0044] 用于形成套装坩埚的本公开的方法可用于产生单晶硅锭。在此类方法中,提供通过本公开的方法的实施例产生的套装坩埚。在一些实施例中,套装坩埚组合件5包含安置于外部侧壁10与中心堰24之间的坩埚熔融区22。套装坩埚组合件5还含有安置于中心堰24与内部堰31之间的稳定区26。套装坩埚组合件5还含有安置于内部堰31内的生长区28。

[0045] 将多晶硅添加到其中硅熔融且补充硅熔融物的坩埚熔融区22。硅熔融物流动通过

中心堰开口38且到稳定区26中。硅熔融物接着流动通过内部堰开口41到安置于内部堰31内的生长区28。生长区28内的硅熔融物与单晶硅晶种接触且从硅熔融物抽出硅晶种以形成单晶硅锭。各种硅熔融区(例如,熔融区22、稳定区26及生长区28)允许锭根据其中在从生长区28连续地提拉锭时将多晶硅连续或半连续地添加到熔融物的连续丘克拉斯基方法生长。

[0046] 相较于用于固持硅熔融物的常规坩埚组合件,本公开的坩埚组合件及用于产生此类坩埚组合件的方法具有若干优点。通过产生具有中心堰及内部堰的套装(例如,一件式构造)坩埚,坩埚组合件允许连续锭生长(连续丘克拉斯基),同时允许套装坩埚的优点。通过使坩埚底部、侧壁及堰套装化,坩埚组合件能够更好保持容限(例如,侧壁及堰的高度、壁厚度、熔融物流径及类似者)。这允许坩埚组合件更容易配装到拉锭器系统中,这可减少或消除对准工具(即,用于将非套装坩埚的各个部分在拉锭器系统内配装在一起的工具)的使用。套装坩埚可更少起伏,这允许其更好地配装到拉锭器设备的承座中。套装坩埚还实现针对经改进热响应的更多壁厚度控制,允许经掺杂化学物的更多灵活性,且减少或消除消耗拉锭器组合件运行时间的预接合周期(即,用于将堰连接到坩埚底部的加热周期)。相较于由多个部分形成的坩埚组合件,套装坩埚组合件还涉及更少处理及供应物流。在其中坩埚模具包含跨用于在坩埚中形成堰的通道延伸的支桩的实施例中,所得坩埚具有允许硅熔融物在锭生长期间移动到所得坩埚内的各个熔融区的经预形成开口。

[0047] 在一些实施例中,选择粉浆及/或模具,使得所得坩埚具有相对低杂质含量(例如,少于约1ppmw的钙、少于约0.5ppmw的钠、少于约0.5ppmw的钾、少于0.5ppmw的锂及/或少于0.5ppmw的铁)以降低锭生长期间零差排的损失的可能性。在其中模具由多孔硅石制成的实施例中,归因于多孔硅石的更低钙含量,相对于从由石膏糊料制成的模具铸造的组件,坩埚组合件可更纯。

[0048] 如本文中使用,当结合尺寸、浓度、温度或其它物理或化学性质或特性的范围使用时,术语“约”、“大体上”、“基本上”及“近似”意味着涵盖可存在于性质或特性的范围的上限及/或下限中的变动,包含(例如)源自舍入、测量方法的变动或其它统计变动。

[0049] 当介绍本公开或本公开的实施例的元件时,冠词“一及所述”旨在意味着存在一或多个元件。术语“包括”、“包含”、“含有”及“具有”旨在为包含性且意味着除了所列举的元件之外,还可存在额外元件。指示特定定向的术语(例如,“顶部”、“底部”、“侧”等)的使用是为了方便描述且不需要所描述的品项的任何特定定向。

[0050] 由于可对上文构造及方法做出各种改变而不脱离本公开的范围,因此旨在应将上文描述中含有及附图中展示的全部事项解读为阐释性且非限制性意义。

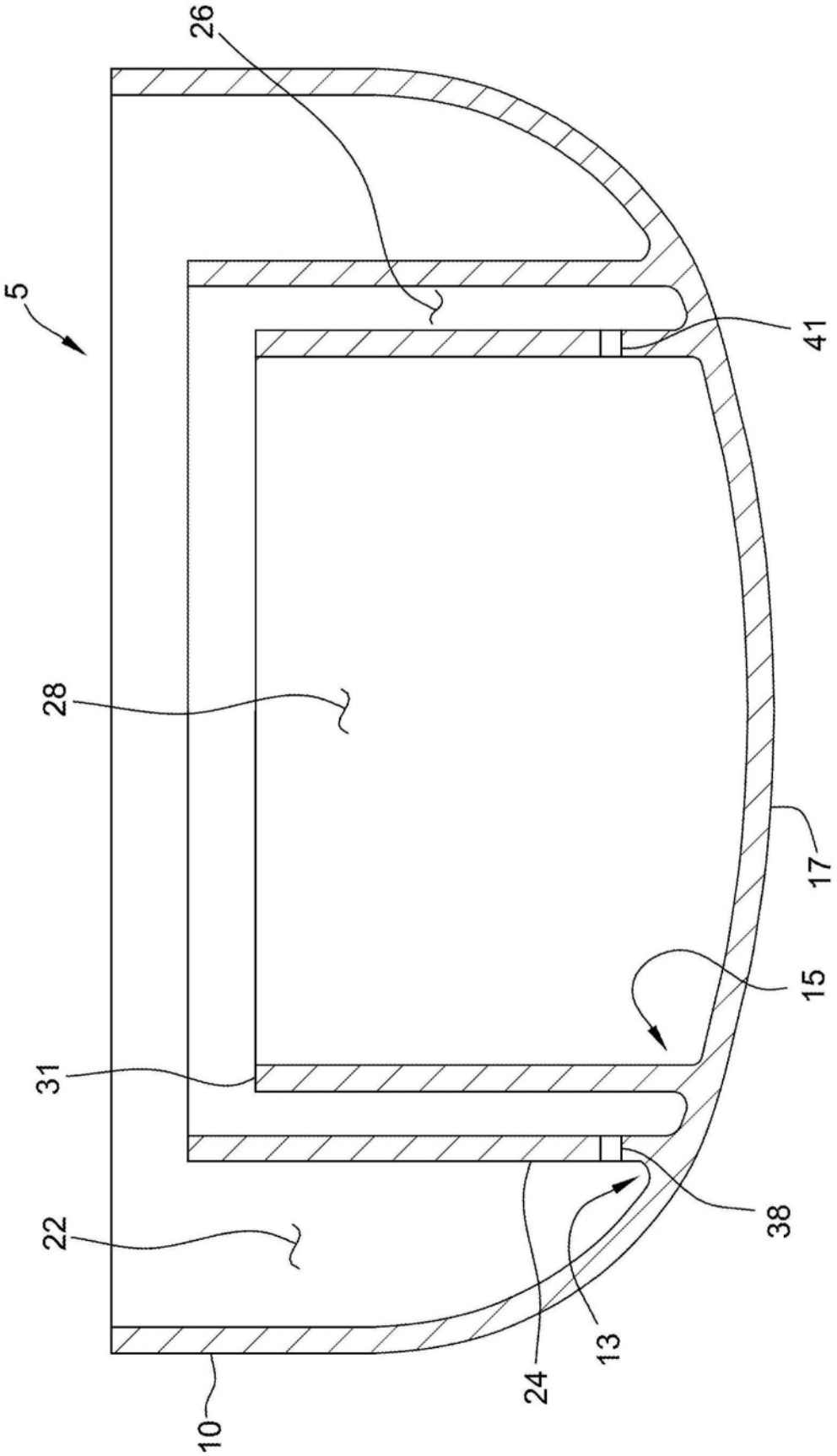


图1

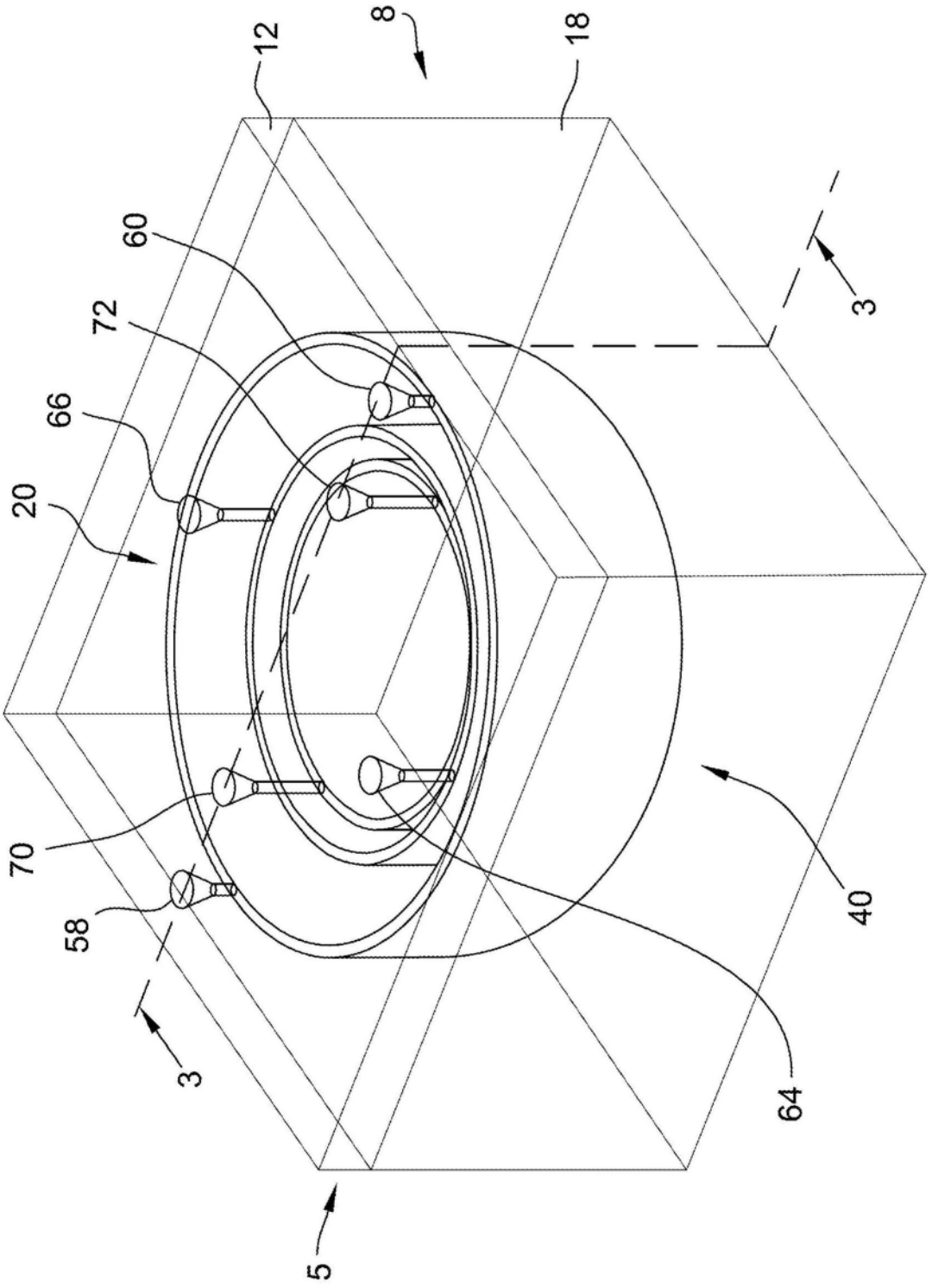


图2

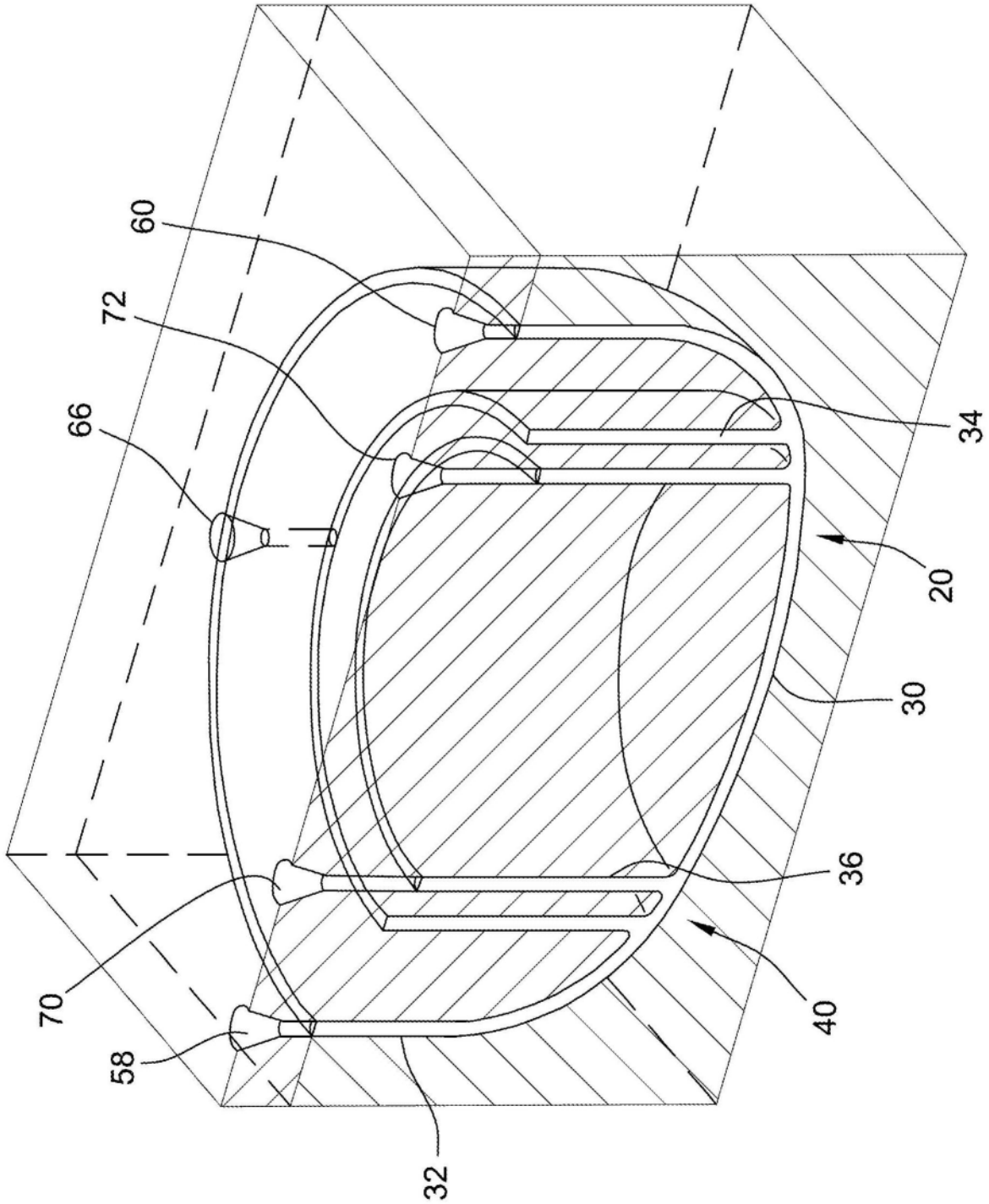


图3

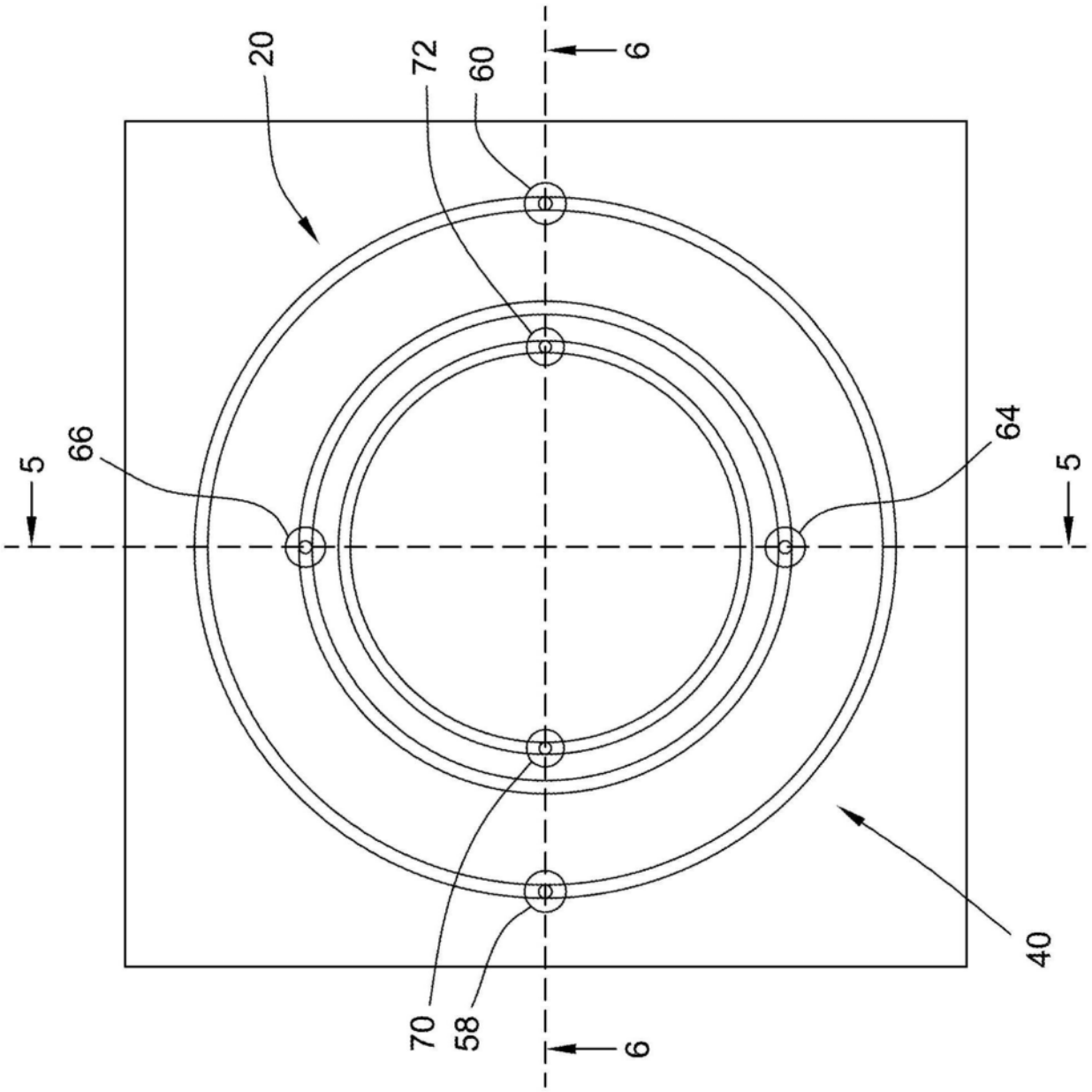


图4

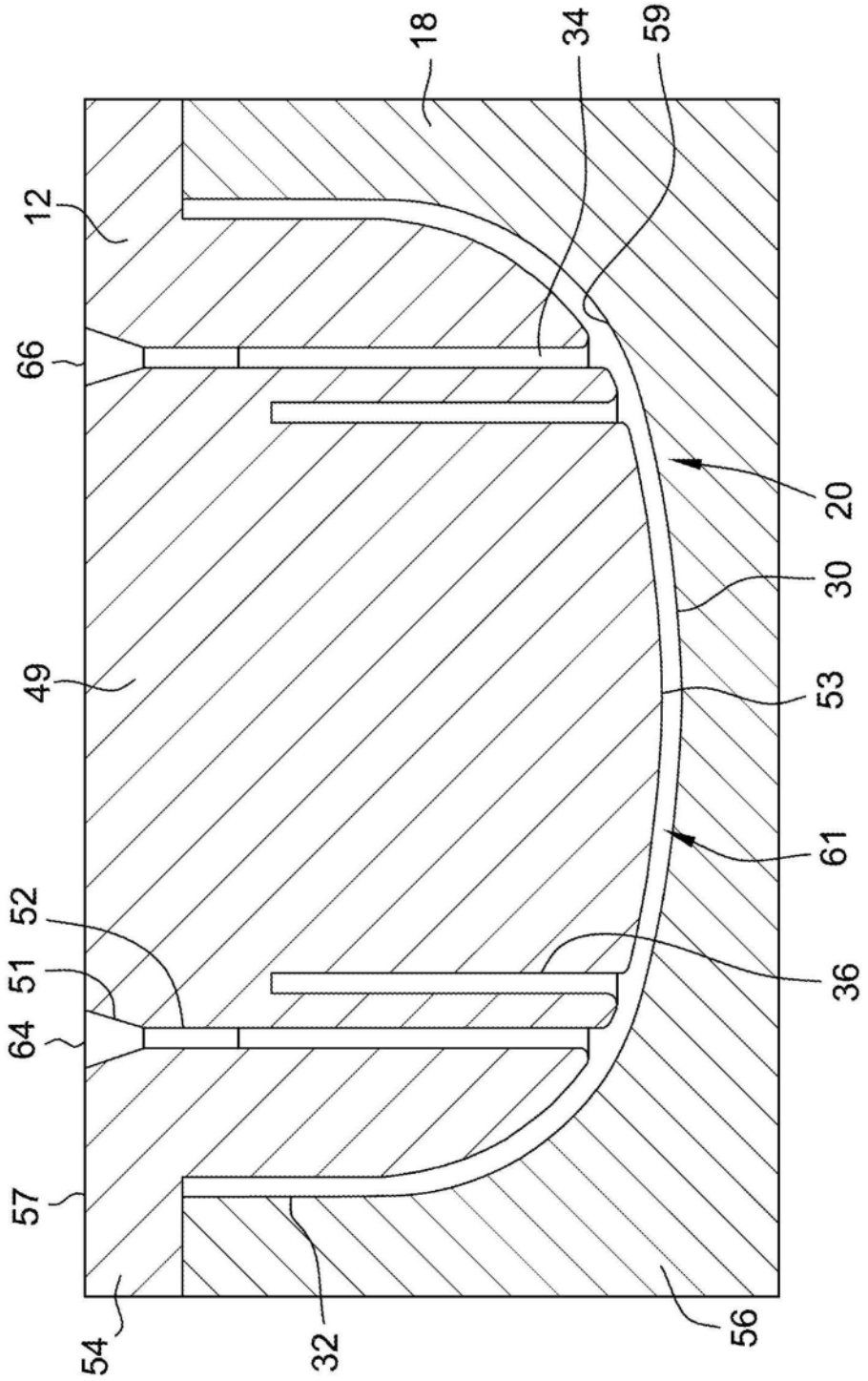


图5

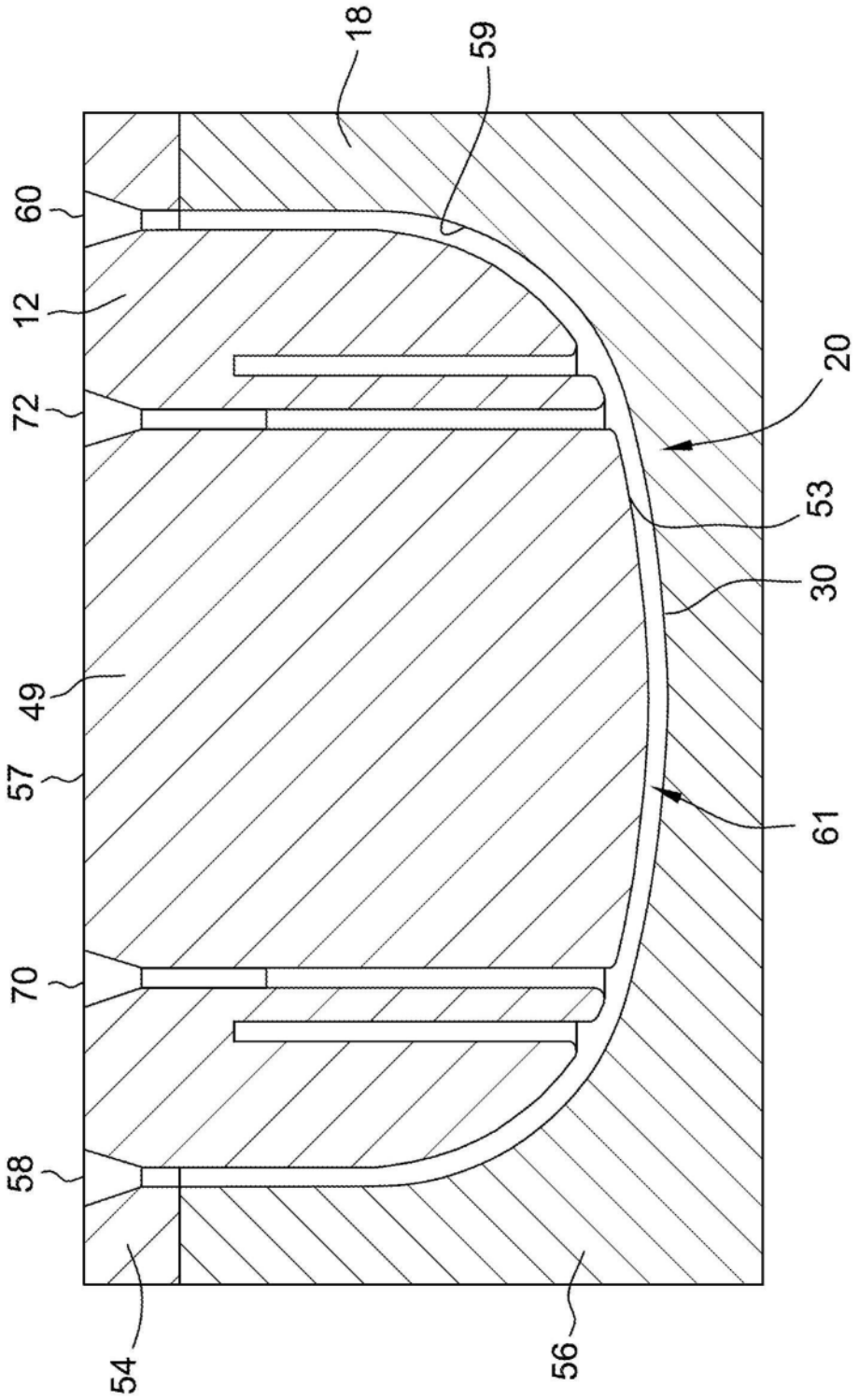


图6

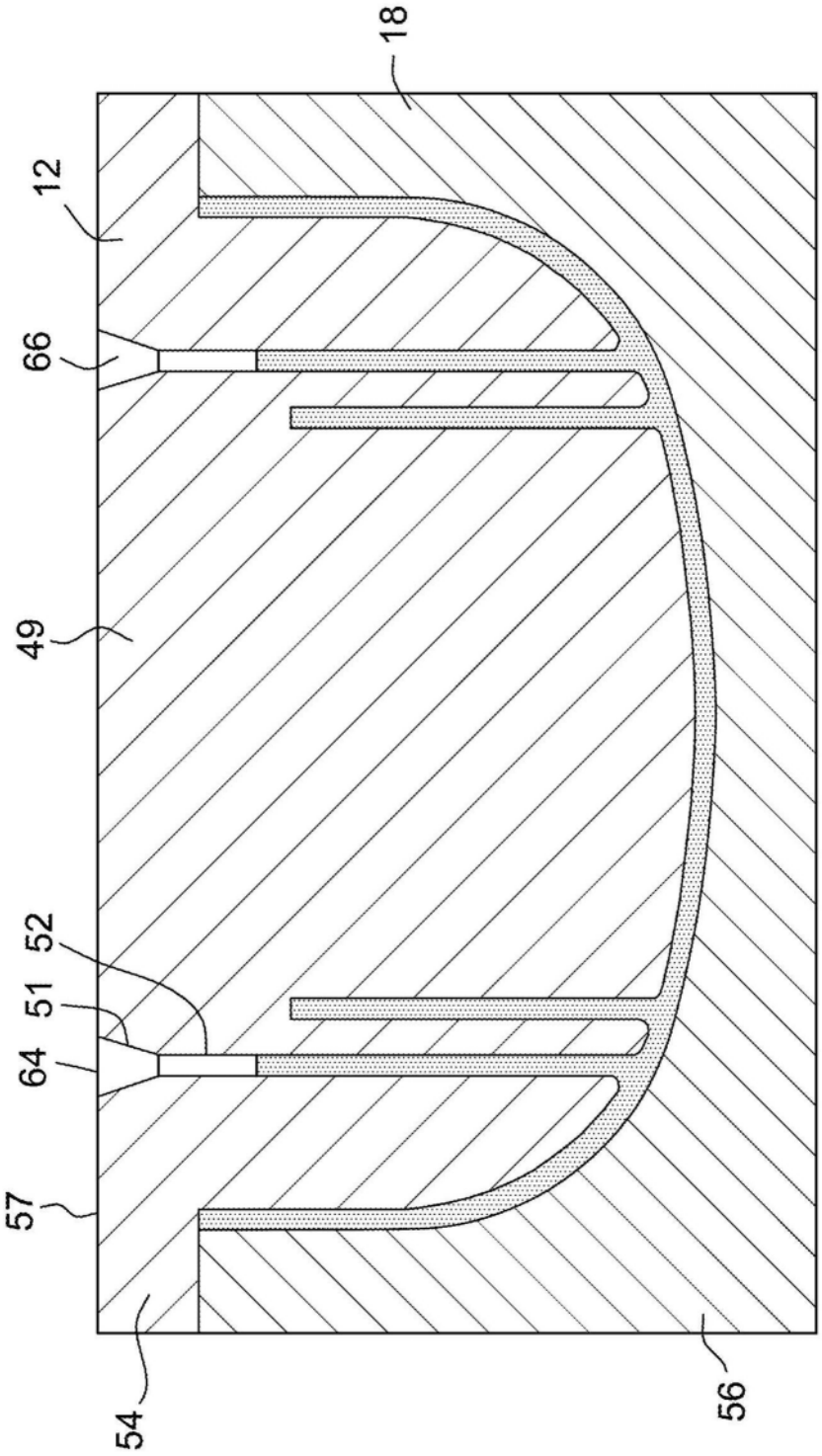


图7

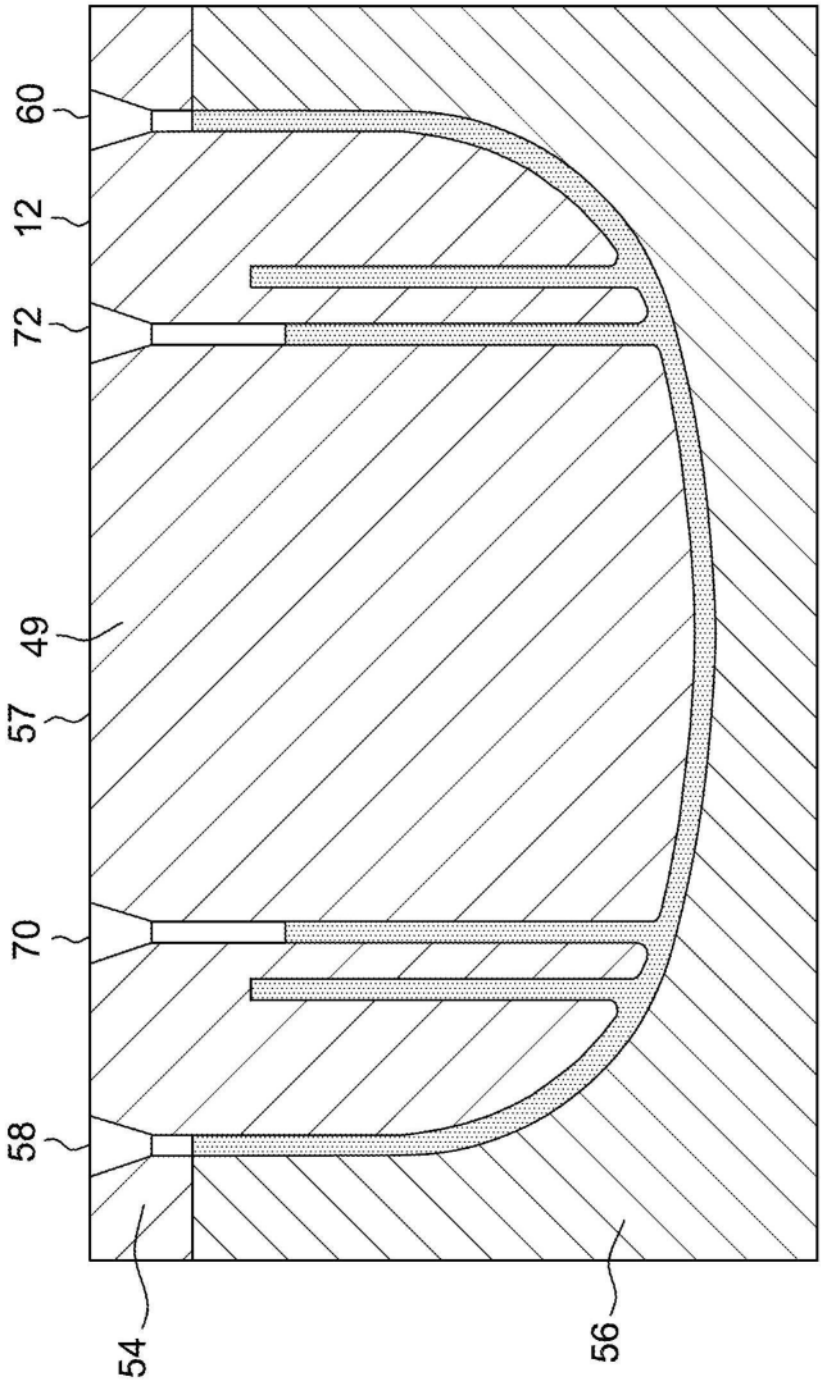


图8

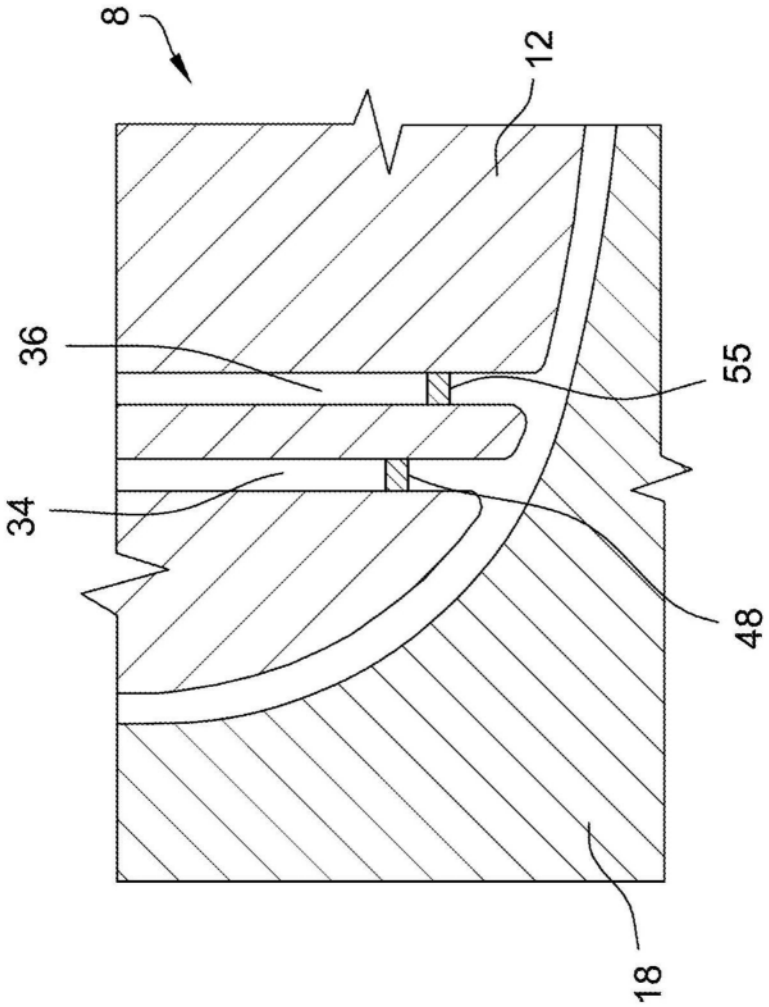


图9