I853139

(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本　**(11)證書號數：TW I853139 B**

(45)公告日： 中華民國 113 (2024) 年 08 月 21 日

(21)申請案號：109147176　(22)申請日： 中華民國 109 (2020) 年 12 月 31 日

(51)Int. Cl.：　*C30B15/10　(2006.01)*　*C30B29/06　(2006.01)*

(30)優先權：2020/02/20　美國　16/796,482

2020/02/20　美國　16/796,522

(71)申請人：環球晶圓股份有限公司 (中華民國) GLOBALWAFERS CO., LTD.　(TW)

新竹市新竹科學工業園區東區工業東二路 8 號

(72)發明人：菲力浦　理查　喬瑟夫 PHILLIPS, RICHARD JOSEPH (US)；佐佩達　薩凡朵 ZEPEDA, SALVADOR (US)；寶格曼　派翠克　費德瑞克　三世 BOEGEMANN, PATRICK FREDRICK, III (US)；路特　威廉 LUTER, WILLIAM (US)

(74)代理人：陳長文；洪榮宗

(56)參考文獻：

TW　201447057A　US　2019/0203378A1

審查人員：陳子明

申請專利範圍項數：24 項　圖式數：9　共 31 頁

(54)名稱

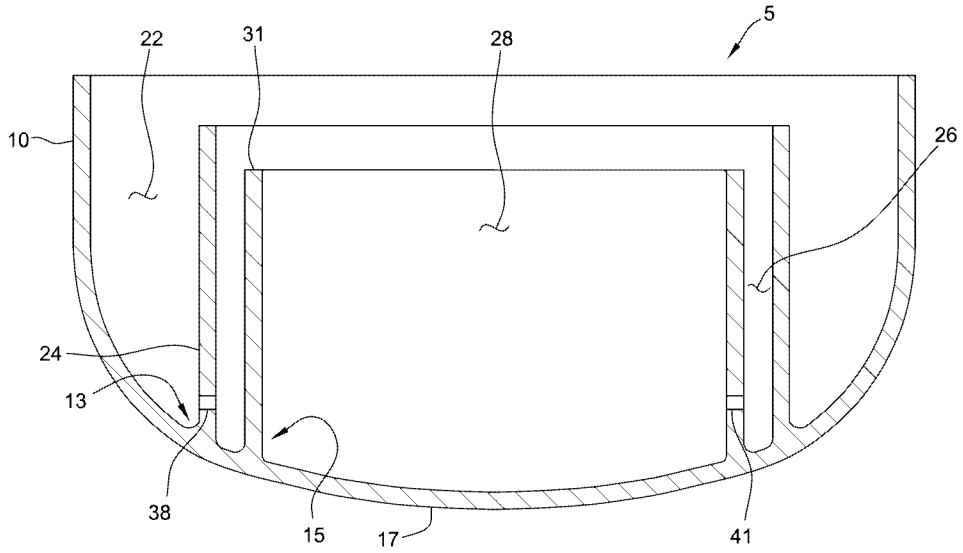
形成套裝坩堝組件之方法，坩堝模具，以及套裝坩堝

(57)摘要

本發明揭示一種用於形成用於固持用於形成一矽錠之一矽熔融物之一套裝坩堝組件之方法。在一些實施例中，該方法涉及具有一通道網路之一多孔坩堝模具，該通道網路具有一底部通道、自該底部通道延伸之一外部側壁通道及自該底部通道延伸之一中心堰通道。可將一粉漿添加至該通道網路且可將該粉漿之液體載劑汲取至該模具中。可燒結所得生坯以形成該坩堝組件。

Methods for forming a unitized crucible assembly for holding a melt of silicon for forming a silicon ingot are disclosed. In some embodiments, the methods involve a porous crucible mold having a channel network with a bottom channel, an outer sidewall channel that extends from the bottom channel, and a central weir channel that extends from the bottom channel. A slip slurry may be added to the channel network and the liquid carrier of the slip slurry may be drawn into the mold. The resulting green body may be sintered to form the crucible assembly.

指定代表圖：



【圖1】

符號簡單說明：

5:坩堝組件

10:外部側壁

13:接合部

15:接合部

17:底部

22:坩堝熔融區

24:中心堰

26:穩定區

28:生長區

31:內部堰

38:開口

41:開口

公告本

I853139

【發明摘要】

【中文發明名稱】

形成套裝坩堝組件之方法，坩堝模具，以及套裝坩堝

【英文發明名稱】

METHODS FOR FORMING A UNITIZED CRUCIBLE ASSEMBLY, CRUCIBLE MOLDS AND UNITIZED CRUCIBLES

【中文】

本發明揭示一種用於形成用於固持用於形成一矽錠之一矽熔融物之一套裝坩堝組件之方法。在一些實施例中，該方法涉及具有一通道網路之一多孔坩堝模具，該通道網路具有一底部通道、自該底部通道延伸之一外部側壁通道及自該底部通道延伸之一中心堰通道。可將一粉漿添加至該通道網路且可將該粉漿之液體載劑汲取至該模具中。可燒結所得生坯以形成該坩堝組件。

【英文】

Methods for forming a unitized crucible assembly for holding a melt of silicon for forming a silicon ingot are disclosed. In some embodiments, the methods involve a porous crucible mold having a channel network with a bottom channel, an outer sidewall channel that extends from the bottom channel, and a central weir channel that extends from the bottom channel. A slip slurry may be added to the channel network and the liquid carrier of the slip slurry may be drawn into the mold. The resulting green body may be sintered to form the crucible assembly.

【指定代表圖】

圖1

【代表圖之符號簡單說明】

5: 坩堝組件

10: 外部側壁

13: 接合部

15: 接合部

17: 底部

22: 坩堝熔融區

24: 中心堰

26: 穩定區

28: 生長區

31: 內部堰

38: 開口

41: 開口

【發明說明書】

【中文發明名稱】

形成套裝坩堝組件之方法，坩堝模具，以及套裝坩堝

【英文發明名稱】

METHODS FOR FORMING A UNITIZED CRUCIBLE ASSEMBLY, CRUCIBLE MOLDS AND UNITIZED CRUCIBLES

【技術領域】

【0001】 本發明之領域係關於用於形成用於固持用於形成一矽錠之一矽熔融物之一套裝坩堝組件之方法且特定言之，係關於用於形成用於在連續丘克拉斯基(Czochralski)矽錠生長中使用之具有中心及內部堰之一套裝坩堝組件之方法。本發明之領域亦係關於坩堝模具及套裝坩堝。

【先前技術】

【0002】 單晶矽錠可藉由其中將一單晶矽晶種與固持於一坩堝內之一矽熔融物接觸之所謂的丘克拉斯基方法製備。自熔融物抽出單晶矽晶種以自熔融物提拉單晶矽錠。在其中最初在坩堝內熔融多晶矽之一裝料且自熔融物抽出矽錠直至坩堝內之熔融矽耗盡之一批量系統中製備錠。替代地，可在其中在錠生長期間將多晶矽斷續或連續地添加至熔融物以補充矽熔融物之一連續丘克拉斯基方法中抽出錠。

【0003】 在一連續丘克拉斯基方法中，可將坩堝分成單獨熔融區。例如，坩堝組件可包含其中在矽錠生長時添加且熔融多晶矽以補充矽熔融物之一外部熔融區。矽熔融物自外部熔融區流動至外部熔融區內之其中熔融物熱穩定之一穩定區。矽熔融物接著自穩定區流動至一生長區，自該生長區提拉矽錠。

【0004】 習知地，用於藉由一連續丘克拉斯基方法生長矽錠之坩堝組件可包含一或多個嵌套坩堝，諸如美國專利第10,450,670號中展示之坩堝組件。替代地或另外，坩堝組件可包含連接至坩堝之底部且自坩堝之底部向上延伸之一或多個堰，如美國專利第8,262,797號中揭示。兩個類型之坩堝配置涉及在經放置於拉晶器熱區中時使用對準工具以提供坩堝組件上方之均勻氣流。兩個類型之構造需要在坩堝組件之底部處形成一連接(即，堰或坩堝至組件之底部之接合)。此等連接可劣化，此引起坩堝組件變形且損失一或多個容限。

【0005】 存在對於抵抗變形之可不使用或使用更少對準工具放置於熱區中且可經更簡單地製造之坩堝組件，及對於用於製備此等坩堝組件之方法之一需要。

【0006】 此段落旨在向讀者介紹可與在下文描述及/或主張之本發明之各種態樣相關之此項技術之各種態樣。據信，此論述有助於向讀者提供背景資訊以促進本發明之各種態樣之一更佳理解。因此，應理解，此等陳述應在此意義上閱讀且不作為先前技術之認可。

【發明內容】

【0007】 本發明之一態樣係關於一種用於形成用於固持用於藉由丘克拉斯基方法形成一矽錠之一矽熔融物之一套裝坩堝組件之方法。提供一坩堝模具。該模具具有一通道網路，該通道網路包含一底部通道及自該底部通道延伸之一外部側壁通道。該通道網路亦包含自該底部通道延伸之一中心堰通道及自該底部通道延伸之一內部堰通道。該中心堰通道安置於該外部側壁通道與該內部堰通道之間。將一粉漿(slip slurry)引入該通道網路中以使用該粉漿填充該底部通道、該外部側壁通道、該中心堰通道及該

內部堰通道。該粉漿包含矽石及一液體載劑。自該通道網路至少部分移除該液體載劑以形成一生坯。自該坩堝模具移除該生坯。燒結該生坯以使該生坯乾燥且緻密化以形成該套裝坩堝組件。

【0008】 本發明之另一態樣係關於一種用於形成用於固持用於藉由丘克拉斯基方法形成一矽錠之一矽熔融物之一套裝坩堝組件之方法。提供一坩堝模具。該模具包含一多孔本體及安置於該多孔本體內之一通道網路。該通道網路包含一底部通道、自該底部通道延伸之一外部側壁通道及自該底部通道延伸之一內部堰通道。該內部堰通道安置於該外部側壁通道之內側。將一粉漿引入該通道網路中以使用該粉漿填充該底部通道、該外部側壁通道及該內部堰通道。該粉漿包含矽石及一液體載劑。藉由毛細管作用將該液體載劑至少部分汲取至該模具中以形成一生坯。將該生坯與該坩堝模具分離。燒結該生坯以使該生坯乾燥且緻密化以形成該套裝坩堝組件。

【0009】 本發明之又一態樣係關於一種坩堝模具。該坩堝模具包含一下部分及安置於該下部分上方之一上部分。該上部分形成一中心堰通道及一內部堰通道。該上部分及該下部分一起形成一底部通道及流體連接至該底部通道之一側壁通道。該中心堰通道及該內部堰通道自該底部通道延伸。

【0010】 本發明之又一進一步態樣係關於一種坩堝組件。該坩堝組件包含一底部、自該底部向上延伸之一外部側壁、自該底部向上延伸之一中心堰及自該底部向上延伸之一內部堰。該中心堰安置於該外部側壁與該內部堰之間。該底部、該外部側壁、該中心堰及該內部堰係套裝化且在(1)該外部側壁與該底部之間之一接合部、(2)該中心堰與該底部之間之一

接合部、(3)該內部堰與該底部之間之一接合部處無接縫。

【0011】 存在對於關於本發明之上文提及之態樣闡述之特徵之各種改善。同樣，進一步特徵亦可被併入本發明之上文提及之態樣中。此等改善及額外特徵可個別或以任何組合存在。例如，下文關於本發明之任何所繪示實施例論述之各種特徵可單獨或以任何組合被併入本發明之任何上述態樣中。

【圖式簡單說明】

【0012】 圖1係一套裝坩堝組件之一實施例之一橫截面；

【0013】 圖2係具有形成於其中之一生坯之一坩堝模具之一實施例之一透視圖；

【0014】 圖3係沿著圖2中之線3-3獲取之坩堝模具及生坯之一透視橫截面視圖；

【0015】 圖4係坩堝模具及生坯之一俯視圖；

【0016】 圖5係沿著圖4中之線5-5獲取之無生坯之坩堝模具之一橫截面視圖；

【0017】 圖6係沿著圖4中之線6-6獲取之無生坯之坩堝模具之另一橫截面視圖；

【0018】 圖7係傾倒於其中一粉漿之坩堝模具之一橫截面視圖；

【0019】 圖8係具有傾倒於其中一粉漿之坩堝模具之另一橫截面視圖；及

【0020】 圖9係展示用於在所得坩堝之一中心堰及一內部堰中形成開口之一中心堰支樁(peg)及一內部堰支樁之坩堝模具之一詳細橫截面視圖。

【0021】 貫穿圖式，對應元件符號指示對應零件。

【實施方式】

【0022】 本申請案主張2020年2月20日申請之美國非臨時專利申請案第16/796,482號及2020年2月20日申請之美國非臨時專利申請案第16/796,522號之優先權。兩個申請案之全文以引用的方式併入本文中。

【0023】 本發明之佈建係關於用於形成用於固持用於藉由丘克拉斯基方法形成一矽錠之一矽熔融物之一套裝坩堝(例如，一件式構造)之方法。在圖1中展示可藉由本發明之實施例產生之一例示性套裝坩堝組件5。套裝坩堝組件5包含一底部17及自底部17向上延伸之一外部側壁10。坩堝組件5包含兩者皆自底部17向上延伸之一中心堰24及一內部堰31。中心堰24安置於外部側壁10與內部堰31之間。

【0024】 根據本發明之實施例，提供具有形成於其中之一通道網路20 (圖5至圖6)之一坩堝模具8 (圖2)。模具8包含當組裝在一起時形成通道網路20之一上部分12及一下部分18。如下文進一步描述，將一粉漿傾倒至通道網路20中且形成呈坩堝之形狀之一「生坯」 40 (圖2)。將生坯40自模具8移除且進行燒結以形成套裝坩堝組件5 (圖1)。

【0025】 現參考圖2至圖4，其中為了圖解，模具8係透明的且通道網路20經展示為具有形成於其中之一生坯40，通道網路20包含一底部通道30及一外部側壁通道32。通道網路20亦包含各安置於外部側壁通道32向內之一中心堰通道34及一內部堰通道36。中心堰通道34安置於內部堰通道36與外部側壁通道32之間。如圖3中展示，外部側壁通道32、中心堰通道34及內部堰通道36流體連接至底部通道30 (即，通道網路之通道之各者經流體連接，此容許所得坩堝套裝化)。

【0026】 模具8之上部分12包含一主體49 (圖5至圖6)及自主體49徑向向外延伸之一凸緣54。主體49具有一下表面53 (即，凸緣54下方之形成底部通道30及外部側壁通道32之一表面之表面)。

【0027】 模具8之下部分18亦包含一主體56。主體56具有一上表面59 (即，形成底部通道30及外部側壁通道32之一表面之表面)且形成上表面59向內之一凹槽61。在經繪示實施例中，模具8之上部分12之主體49之下表面53之至少一部分及模具8之下部分18之上表面59之至少一部分係具圓弧形以形成一具圓弧形坩堝底部17 (圖1)。為了組裝模具8，將上部分12之主體49降低至下部分18之凹槽61中，直至凸緣54擱置於下部分18上。在此位置中，模具8之上部分12及下部分18一起形成底部通道30及外部側壁通道32。

【0028】 在經繪示實施例中，底部通道30係具圓弧形(且所得坩堝底部17 (圖1)係具圓弧形)。在其他實施例中，底部通道30可更或完全水平(即，平坦)或可係圓錐形或倒置(例如，在中間具有一基座)。如圖5至圖6中展示，側壁通道32之一部分高於中心堰通道34且中心堰通道34之一部分高於內部堰通道36。在其他實施例中，通道可具有不同相對高度(例如，側壁通道32、中心堰通道34及內部堰通道36之相同高度)。

【0029】 第一外部側壁通道冒口(riser) 58及第二外部側壁通道冒口60 (圖2)延伸通過上部分12且與外部側壁通道32流體連通。第一中心堰通道冒口64及第二中心堰通道冒口66亦延伸通過上部分12且與中心堰通道34流體連通。第一內部堰通道冒口70及第二內部堰通道冒口72亦延伸通過上部分12且與內部堰通道36流體連通。冒口58、60、64、66、70、72延伸通過上部分12以容許使用粉漿填充通道網路20。例如，可將粉漿添

加至第一側壁冒口58及第二側壁冒口60以使用漿料填充外部側壁通道32及底部通道30。隨著通道30、32填充有漿料，空氣透過未填充有粉漿之對應冒口58、60逸出。類似地，可將粉漿添加至第一中心堰通道冒口64或第二中心堰通道冒口66且至第一內部堰通道冒口70或第二內部堰通道冒口72直至通道網路填充有粉漿(圖7至圖8)。在經繪示實施例中，各冒口58、60、64、66、70、72包含敞開至模具8之上部分12之表面57以促進將粉漿傾倒至冒口中之一圓錐部分51 (圖5)。圓錐部分51下方之一導管52將圓錐部分51流體連接至各自通道。可添加粉漿直至導管52及/或圓錐部分51開始填充以確保通道網路20填充有粉漿。例如，隨著液體載劑被汲取至模具8中，粉漿之體積縮小。隨著粉漿縮小，安置於冒口58、60、64、66、70、72之一或多者之導管52及/或圓錐部分51內之粉漿可經汲取至通道網路20中。

【0030】 可通常以容許通道網路20在漿料之部分開始固化為一生坯之前填充有粉漿以容許所得坩堝套裝化之任何順序填充通道。冒口58、60、64、66、70、72之配置係例示性的且可使用其他配置，除外另外陳述。冒口58、60、64、66、70、72可係形成於模具8之上部分12中之開口及/或腔室。在一些實施例中，冒口58、60、64、66、70、72包含開口/腔室及安置於開口/腔室之表面上之一襯層。

【0031】 在一些實施例中，經添加至通道網路20以填充底部通道30、外部側壁通道32、中心堰通道34及內部堰通道36之粉漿包含矽石及一液體載劑(諸如水)。粉漿亦可包含其他試劑，諸如使矽石粒子保持懸浮之懸浮劑(包含熟習此項技術者已知之任何懸浮劑)。例示性懸浮劑包含吸收至粒子上之聚合物或有機物(例如，長鏈有機分子或容許一表面電荷在

矽石粒子上累積以減小粒子間接觸之其他劑)。粉漿亦可包含可視情況在燒結期間燒掉之一或多個黏結劑，如下文描述。視情況，粉漿可包含用於促進坩堝模具8與所得生坯40之分離之一或多個脫模劑。

【0032】 坩堝模具8可由容許液體載劑自通道網路20移除(例如，諸如藉由毛細管作用)以形成生坯40之材料製成。在一些實施例中，坩堝模具8由一石膏(諸如石膏糊料(例如，$CaSO_4 \cdot nH_2O$，其亦可稱為熟石膏))製成。在其他實施例中，坩堝模具8由多孔矽石製成。坩堝模具8可係藉由毛細管作用將液體載劑汲取至模具8中之一大體上多孔本體。在其他實施例中，液體載劑可藉由真空汲出。

【0033】 一旦液體載劑自粉漿汲出且被汲取至模具8中，一「生坯」 40 (圖2至圖3)便保持在模具8中。例如，生坯40可具有在與模具分離時足以維持其形狀之結構。例如，生坯之水分含量可係小於約50%、小於約45%、至少約30重量%、至少約35重量%、至少約40重量%、至少約45重量%、自約30重量%至約50重量%或自約35重量%至約45重量%。

【0034】 可諸如藉由將生坯40曝露於一相對低及/或受控濕度環境(例如，在生坯40具有充分強度之後，移除模具8且將生坯40曝露於相對低及/或受控濕度環境)而使生坯40進一步乾燥。如本文中使用之術語「生坯」或「生坯狀態」不應被視為一限制性意義且通常係指坩堝在液體載劑已自粉漿部分汲取之後且在結構之燒結之前之一中間狀態。

【0035】 為了將模具8與生坯40分離，可將模具8之上部分12自生坯40且自下部分18提升。可接著自下部分18提升生坯40。所得生坯40可具有自對應於冒口位置之側壁及堰向上延伸之突部(未展示) (例如，添加粉漿以完全填充通道網路20，使得在冒口中填充一額外量)。此等突部可經

研磨或自生坯40或所得坩堝組件5 (圖1)切割。

【0036】 在一些實施例中，模具8可在一或多個通道中包含支樁以在所得坩堝內形成開口以容許熔融矽在坩堝之各個區段之間移動。例如且參考圖9，上部分12包含跨中心堰通道34橫向延伸之一中心堰支樁48。粉漿在中心堰支樁48周圍流動，此產生穿過所得坩堝組件5之中心堰24之一開口38 (圖1)。替代地或另外，上部分12包含跨內部堰通道36橫向延伸以在內部堰31中形成一開口41 (圖1)之一內部堰支樁55。在自生坯40及下部分18移除模具8之上部分12之後，可移除(例如，鑽孔或鑿出)中心堰支樁48及內部堰支樁55。支樁48、55 (及所得坩堝開口38、41)之位置係例示性的且可替代為其他位置(例如，不同高度、支樁之間之相對圓周位置及類似者)。模具8可包含用於在中心堰24及/或內部堰31中形成開口之支樁之額外或其他配置。在一些實施例中，模具8不包含支樁。例如，可(例如，藉由鑽孔或鑿開)在生坯及/或所得坩堝中直接形成堰之間之開口及/或坩堝組件5經組態使得矽在堰上方傾倒。

【0037】 坩堝模具8係例示性的且其他實施例可含有堰及類似者之不同配置，除非另外陳述(例如，僅含有一單一堰(即，僅一內部堰)或兩個以上堰)。在一些實施例中，可在用於形成一坩堝組件5之額外週期中重新使用(例如，在兩個、三個、四個、五個或十個或更多個週期中使用)坩堝模具8。可在週期之間諸如藉由將模具放置於一乾燥烘箱中以蒸發在形成生坯40期間提拉於其中之液體而使模具8乾燥。

【0038】 一旦自模具8移除生坯40，便可(例如，在一乾燥爐中)燒結生坯40以使生坯40乾燥且緻密化且形成套裝坩堝組件5 (圖1)。生坯40可在自約1200°C至約1800°C、自約1300°C至約1700°C或自約1300°C至約

1650°C之一溫度下燒結。在一些實施例中，在燒結之後，坩堝組件5具有小於20重量%、小於15重量%或小於10重量%之一水分含量。

【0039】 在圖1中展示在燒結之後之套裝坩堝組件5。在本發明之各項實施例中，套裝坩堝組件5不包含形成於底部17與中心堰24之間之接合部13及形成於底部17及內部堰31處之接合部15處之接縫(即，在此等接合部13、15處無空隙)。替代地或另外，套裝坩堝組件5不包含接合部13、15處之縫接。可在習知坩堝組件中使用此縫接以在坩堝底部17處連接堰24、31。在經繪示實施例中，套裝坩堝組件5包含一單層底部17 (即，坩堝組件5不包含各具有其自身之底部之堆疊坩堝)。套裝坩堝組件5可係透明的。

【0040】 在一些實施例中，選擇粉漿，使得所得坩堝組件具有一所要純度臨限值。例如且根據一些實施例，坩堝組件5包含呈小於約1 ppmw、小於約0.8 ppmw或小於約0.7 ppmw之一濃度之鈣。替代地或另外，坩堝組件5可包含呈小於約0.5 ppmw、小於約0.2 ppmw或小於約0.1 ppmw之一濃度之鈉。替代地或另外，坩堝組件5可包含呈小於約0.5 ppmw、小於約0.2 ppmw或小於約0.1 ppmw之一濃度之鉀。替代地或另外，坩堝組件5可包含呈小於約0.5 ppmw、小於約0.4 ppmw或小於0.3 ppmw之一濃度之鋰。替代地或另外，坩堝組件5可包含呈小於約0.5 ppmw、小於約0.3 ppmw或小於約0.15 ppmw之一濃度之鐵。

【0041】 在一些實施例中，選擇(及/或處理)模具8以達成上文列舉之一或多個純度量。例如，模具可由多孔矽石製成以(例如，相對於石膏糊料模具)降低所得坩堝之鈣含量。

【0042】 本文中展示且描述之套裝坩堝組件5係一例示性組件。組

件5可具有其他尺寸(例如，一或多個熔融區中之一更淺或更深熔融物)、純度、特徵及/或配置，除非另外陳述。

【0043】 用於形成一套裝坩堝之本發明之方法可用於產生一單晶矽錠。在此等方法中，提供藉由本發明之方法之一實施例產生之一套裝坩堝。在一些實施例中，套裝坩堝組件5包含安置於外部側壁10與中心堰24之間之一坩堝熔融區22。套裝坩堝組件5亦含有安置於中心堰24與內部堰31之間之一穩定區26。套裝坩堝組件5亦含有安置於內部堰31內之一生長區28。

【0044】 將多晶矽添加至其中矽熔融且補充矽熔融物之坩堝熔融區22。矽熔融物流動通過中心堰開口38且至穩定區26中。矽熔融物接著流動通過內部堰開口41至安置於內部堰31內之生長區28。生長區28內之矽熔融物與一單晶矽晶種接觸且自矽熔融物抽出矽晶種以形成一單晶矽錠。各種矽熔融區(例如，熔融區22、穩定區26及生長區28)容許錠根據其中在自生長區28連續地提拉一錠時將多晶矽連續或半連續地添加至熔融物之連續丘克拉斯基方法生長。

【0045】 相較於用於固持一矽熔融物之習知坩堝組件，本發明之坩堝組件及用於產生此等坩堝組件之方法具有若干優點。藉由產生具有一中心堰及一內部堰之一套裝(例如，一件式構造)坩堝，坩堝組件容許連續錠生長(連續丘克拉斯基)，同時容許一套裝坩堝之優點。藉由使坩堝底部、側壁及堰套裝化，坩堝組件能夠更佳保持容限(例如，側壁及堰之高度、壁厚度、熔融物流徑及類似者)。此容許坩堝組件更容易配裝至拉錠器系統中，此可減少或消除對準工具(即，用於將一非套裝坩堝之各個部分在拉錠器系統內配裝在一起之工具)之使用。套裝坩堝可更少起伏，此容許

其更佳配裝至拉錠器設備之承座中。套裝坩堝亦實現針對經改良熱回應之更多壁厚度控制，容許經摻雜化學物之更多靈活性，且減少或消除消耗拉錠器組件運行時間之預接合週期(即，用於將一堰連接至坩堝底部之加熱週期)。相較於由多個部分形成之坩堝組件，套裝坩堝組件亦涉及更少處理及供應物流。在其中坩堝模具包含跨用於在坩堝中形成堰之通道延伸之支樁之實施例中，所得坩堝具有容許矽熔融物在錠生長期間移動至所得坩堝內之各個熔融區之經預形成開口。

【0046】 在一些實施例中，選擇粉漿及/或模具，使得所得坩堝具有一相對低雜質含量(例如，少於約1 ppmw之鈣、少於約0.5 ppmw之鈉、少於約0.5 ppmw之鉀、少於0.5 ppmw之鋰及/或少於0.5 ppmw之鐵)以降低錠生長期間零差排之損失的可能性。在其中模具由多孔矽石製成之實施例中，歸因於多孔矽石之更低鈣含量，相對於自由石膏糊料製成之模具鑄造之構件，坩堝組件可更純。

【0047】 如本文中使用，當結合尺寸、濃度、溫度或其他物理或化學性質或特性之範圍使用時，術語「約」、「實質上」、「基本上」及「近似」意謂涵蓋可存在於性質或特性之範圍之上限及/或下限中之變動，包含(例如)源自捨位、量測方法之變動或其他統計變動。

【0048】 當介紹本發明或本發明之(若干)實施例之元件時，冠詞「一」、「一個」、「該」及「該等」旨在意謂存在一或多個元件。術語「包括」、「包含」、「含有」及「具有」旨在為包含性且意謂除了所列舉之元件之外，亦可存在額外元件。指示一特定定向之術語(例如，「頂部」、「底部」、「側」等)之使用係為了方便描述且不需要所描述之品項之任何特定定向。

【0049】 由於可對上文構造及方法做出各種改變而不脫離本發明之範疇，因此旨在應將上文描述中含有及[若干]隨附圖式中展示之全部事項解讀為闡釋性且非一限制性意義。

【符號說明】

【0050】

3: 線

5: 坩堝組件

6: 線

8: (坩堝)模具

10: 外部側壁

12: 上部分

13: 接合部

15: 接合部

17: 底部

18: 下部分

20: 通道網路

22: 坩堝熔融區

24: 中心堰

26: 穩定區

28: 生長區

30: 底部通道

31: 內部堰

32: 外部側壁通道

34: 中心堰通道

36: 內部堰通道

38: 開口

40: 生坯

41: 開口

48: 中心堰支樁

49: 主體

51: 圓錐部分

52: 導管

53: 下表面

54: 凸緣

55: 內部堰支樁

56: 主體

57: 表面

58: 第一外部側壁通道冒口

59: 上表面

60: 第二外部側壁通道冒口

61: 凹槽

64: 第一中心堰通道冒口

66: 第二中心堰通道冒口

70: 第一內部堰通道冒口

72: 第二內部堰通道冒口

【發明申請專利範圍】

【請求項1】

一種用於形成用於固持用於藉由丘克拉斯基方法形成一矽錠之一矽熔融物之一套裝坩堝組件之方法，該套裝坩堝組件包括一底部、自該底部向上延伸之一外部側壁、自該底部向上延伸之一中心堰、及自該底部向上延伸之一內部堰，該中心堰安置於該外部側壁與該內部堰之間，該方法包括：

提供一坩堝模具，該模具具有一通道網路，該通道網路包括：

一底部通道；

一外部側壁通道，其自該底部通道延伸；

一中心堰通道，其自該底部通道延伸；

一內部堰通道，其自該底部通道延伸，該中心堰通道安置於該外部側壁通道與該內部堰通道之間；

一中心堰支樁，其延伸穿過該中心堰通道以在該套裝坩堝組件之該中心堰中形成一開口以容許矽熔融物行進通過該中心堰；及

一內部堰支樁，其延伸穿過該內部堰通道以在該套裝坩堝組件之該內部堰中形成一開口以容許矽熔融物行進通過該內部堰；

將一粉漿引入該通道網路中以使用該粉漿填充該底部通道、該外部側壁通道、該中心堰通道及該內部堰通道，該粉漿包括矽石及一液體載劑；

自該通道網路移除該液體載劑之至少一部分以形成一生坯；

將該生坯與該坩堝模具分離；及

燒結該生坯以使該生坯乾燥且緻密化以形成該套裝坩堝組件。

【請求項2】

如請求項1之方法，其中該模具包括一多孔本體且藉由毛細管作用將該液體載劑汲取至該模具中。

【請求項3】

如請求項2之方法，其中該多孔本體由多孔矽石製成。

【請求項4】

如請求項1之方法，其中該生坯之一水分含量係小於約50重量%。

【請求項5】

如請求項1之方法，其中在自約1200°C至約1800°C之一溫度下燒結該生坯。

【請求項6】

如請求項1之方法，其中該底部通道、該外部側壁通道、該中心堰通道及該內部堰通道各彼此流體連接。

【請求項7】

如請求項6之方法，其中該底部通道係具圓弧形，且該套裝坩堝組件係透明的且包含一單層底部。

【請求項8】

一種用於生長一單晶矽錠之方法，其包括：

藉由如請求項1之方法提供一套裝坩堝組件；

將多晶矽添加至安置於外部側壁與中心堰之間之一坩堝熔融區以形成一矽熔融物，該矽熔融物透過中心堰開口流動至安置於該中心堰與內部堰之間之一穩定區，該矽熔融物透過內部堰開口流動至安置於該內部堰內之一生長區；

在該生長區內將該矽熔融物與一晶種接觸；及

自該矽熔融物抽出該晶種以形成一單晶矽錠。

【請求項9】

如請求項1之方法，其中選擇該粉漿及/或模具以形成具有小於約1 ppmw之一鈣濃度、小於約0.5 ppmw之一鈉濃度、小於約0.5 ppmw之一鉀濃度、小於約0.5 ppmw之一鋰濃度及小於約0.5 ppmw之一鐵濃度之一套裝坩堝組件。

【請求項10】

一種用於形成用於固持用於藉由丘克拉斯基方法形成一矽錠之一矽熔融物之一套裝坩堝組件之方法，該套裝坩堝組件包括一底部、自該底部向上延伸之一外部側壁、及自該底部向上延伸之一內部堰，該內部堰安置於該外部側壁之徑向向內，該方法包括：

提供一坩堝模具，該模具包括一多孔本體及安置於該多孔本體內之一通道網路，該通道網路包括：

一底部通道；

一外部側壁通道，其自該底部通道延伸；

一內部堰通道，其自該底部通道延伸，該內部堰通道安置於該外部側壁通道之內側；及

一內部堰支樁，該內部堰支樁延伸穿過該內部堰通道以在該套裝坩堝組件之該內部堰中形成一開口以容許矽熔融物行進通過該內部堰；

將一粉漿引入該通道網路中以使用該粉漿填充該底部通道、該外部側壁通道及該內部堰通道，該粉漿包括矽石及一液體載劑；

藉由毛細管作用將該液體載劑之至少一部分汲取至該模具中以形成一生坯；

將該生坯與該坩堝模具分離；及

燒結該生坯以使該生坯乾燥且緻密化以形成該套裝坩堝組件。

【請求項11】

如請求項10之方法，其中該多孔本體由多孔矽石製成。

【請求項12】

如請求項10之方法，其中該生坯之一水分含量係小於約重量50%。

【請求項13】

如請求項10之方法，其中該底部通道、該外部側壁通道及該內部堰通道各彼此流體連接。

【請求項14】

如請求項13之方法，其中該底部通道係具圓弧形，且該套裝坩堝組件係透明的且包含一單層底部。

【請求項15】

如請求項10之方法，其中選擇該粉漿及/或坩堝模具以形成具有小於約1 ppmw之一鈣濃度、小於約0.5 ppmw之一鈉濃度、小於約0.5 ppmw之一鉀濃度、小於約0.5 ppmw之一鋰濃度及小於約0.5 ppmw之一鐵濃度之一套裝坩堝組件。

【請求項16】

一種坩堝模具，其包括：

一下部分；

一上部分，其安置於該下部分上方，該上部分形成：

一中心堰通道；及

一內部堰通道；

其中該上部分及該下部分一起形成：

一底部通道；及

一側壁通道，其流體連接至該底部通道，其中該中心堰通道及該內部堰通道自該底部通道延伸；及

一中心堰支樁，其跨該中心堰通道橫向延伸以在自該模具形成之一坩堝之一中心堰中形成一開口。

【請求項17】

如請求項16之坩堝模具，其中該上部分包括一凸緣，該凸緣擱置於該下部分上。

【請求項18】

如請求項16之坩堝模具，其中該坩堝模具係多孔的。

【請求項19】

如請求項18之坩堝模具，其中該坩堝模具由多孔矽石製成。

【請求項20】

如請求項16之坩堝模具，其包括跨該內部堰通道橫向延伸以在自該模具形成之一坩堝之一內部堰中形成一開口之一內部堰支樁。

【請求項21】

如請求項16之坩堝模具，其中該底部通道係具圓弧形。

【請求項22】

如請求項16之坩堝模具，其中該上部分具有具備下表面之一主體且該下部分具有具備一上表面之一主體，該上表面及該下表面形成該底部通

道及該側壁通道。

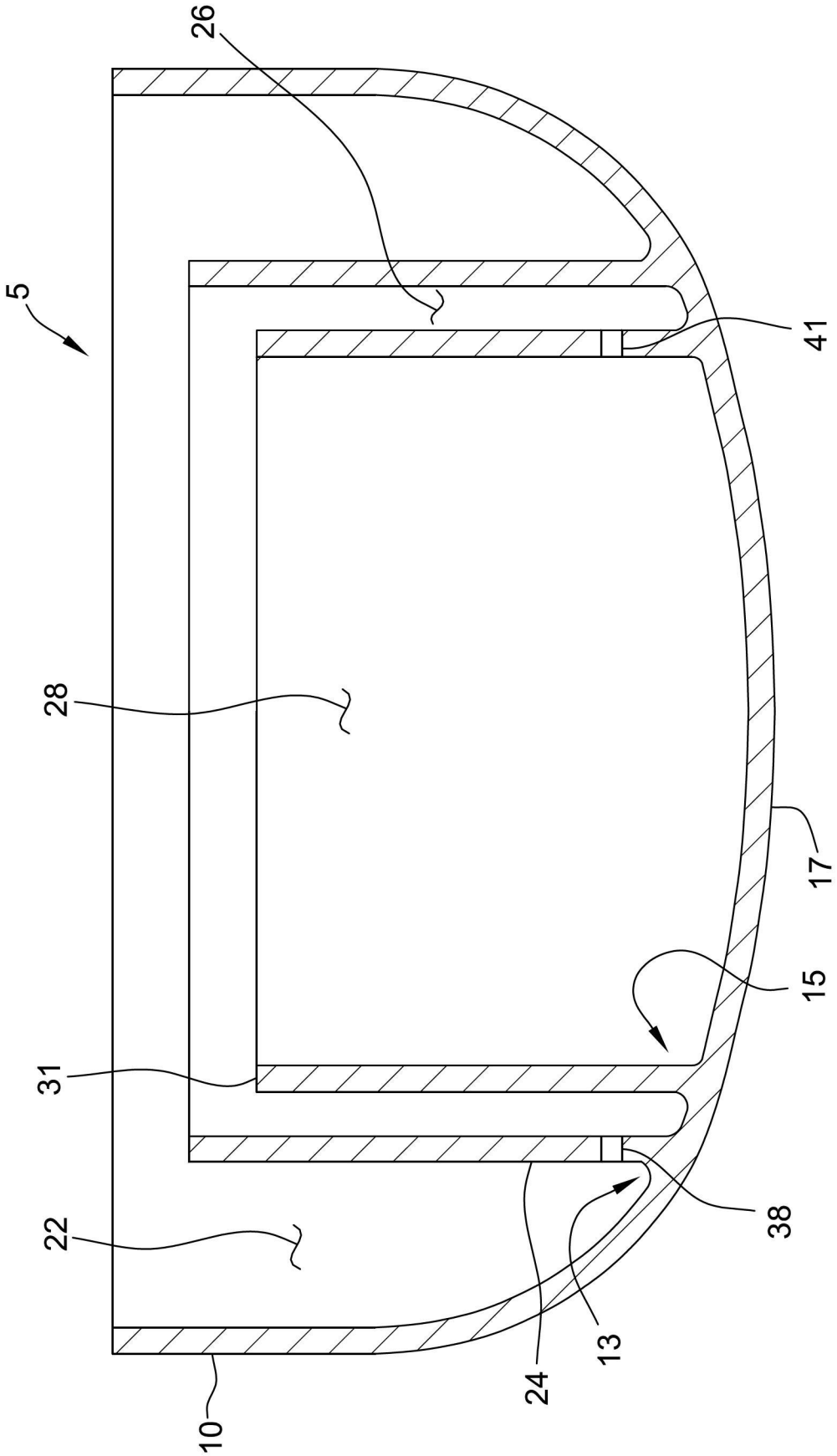
【請求項23】

如請求項22之坩堝模具，其中該上部分包括自該上部分之該主體延伸之一凸緣，該凸緣擱置於該下部分之該主體上。

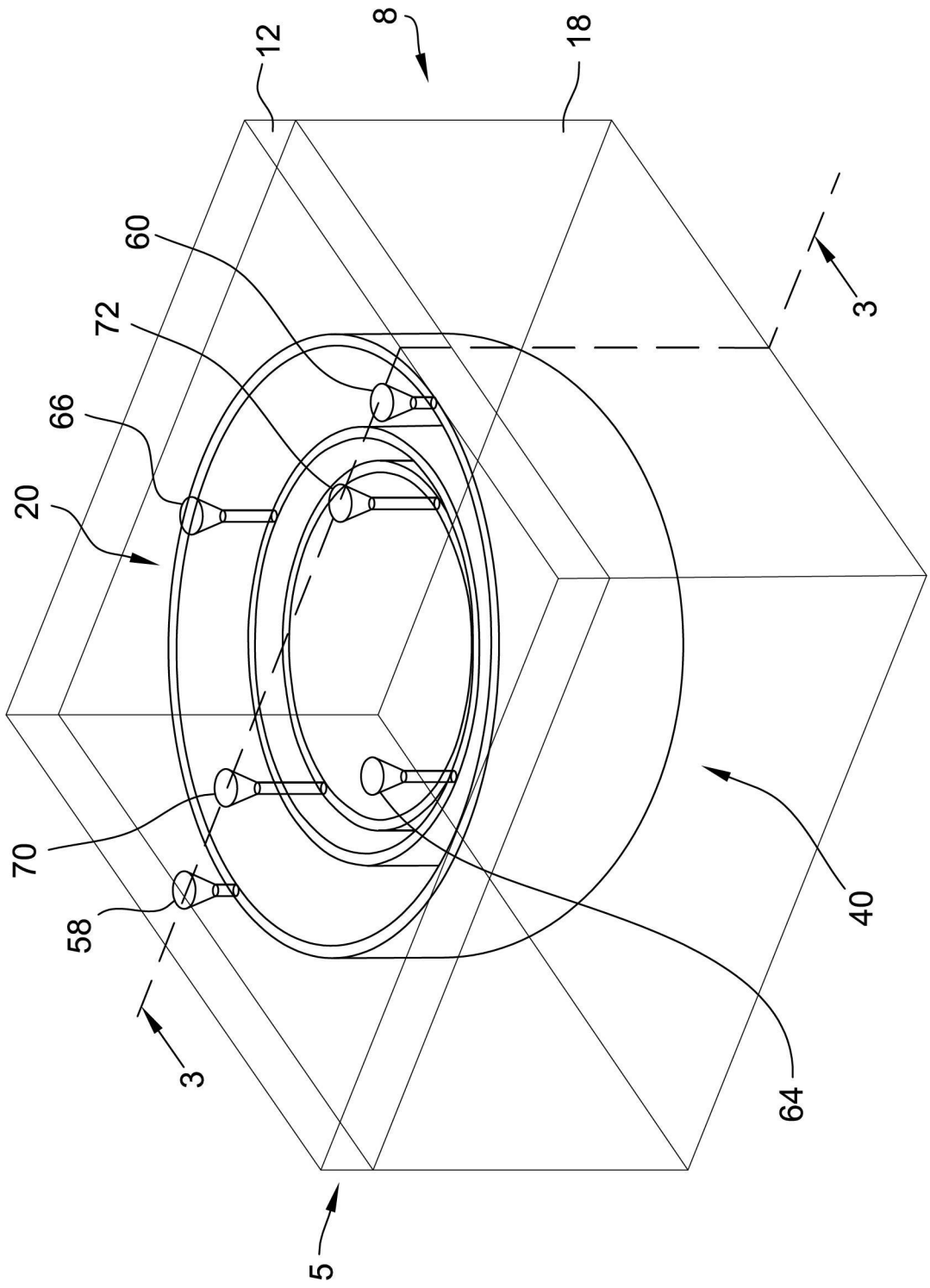
【請求項24】

如請求項22之坩堝模具，其中該下表面之至少一部分係具圓弧形且該上表面之至少部分係具圓弧形。

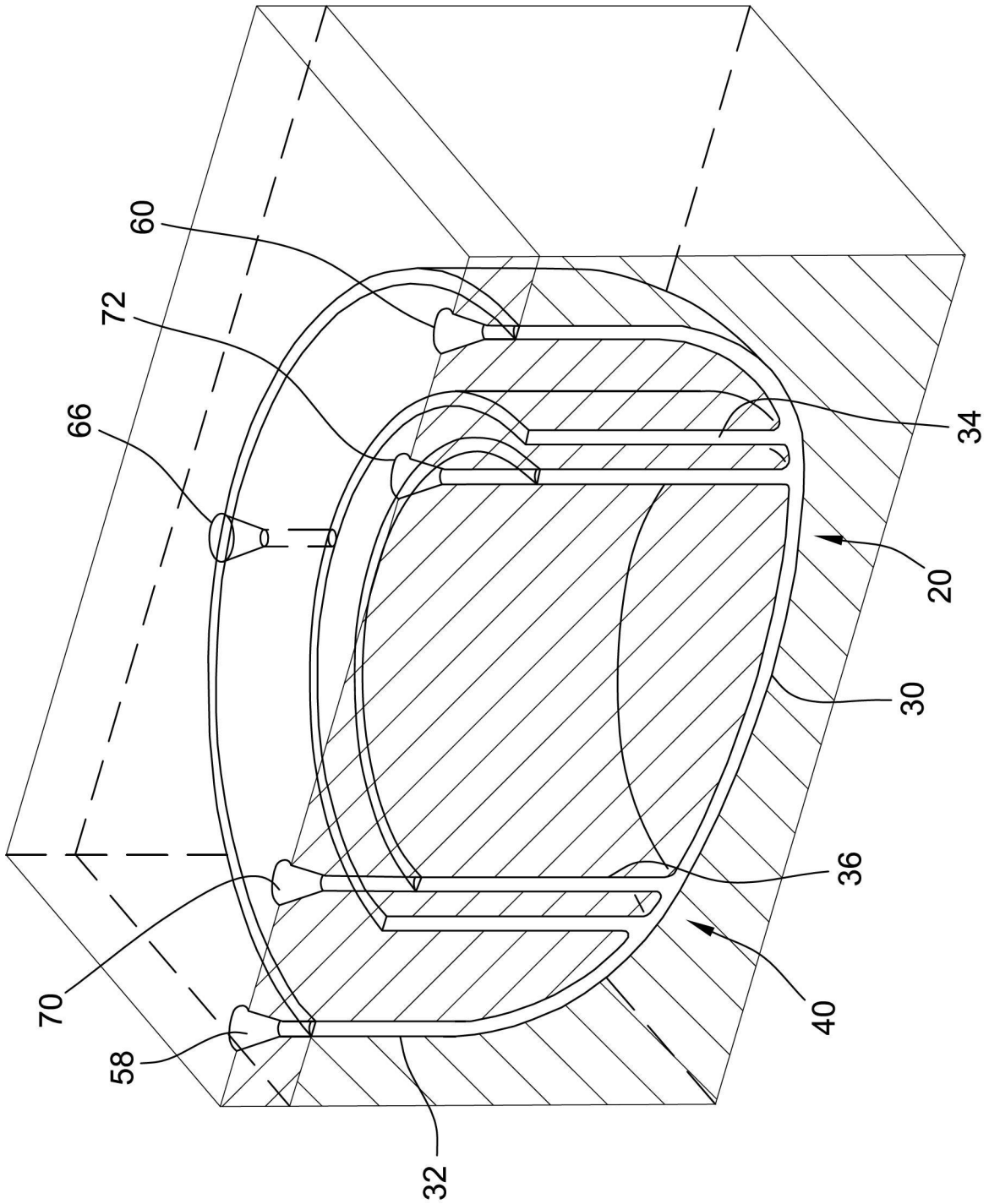
【發明圖式】



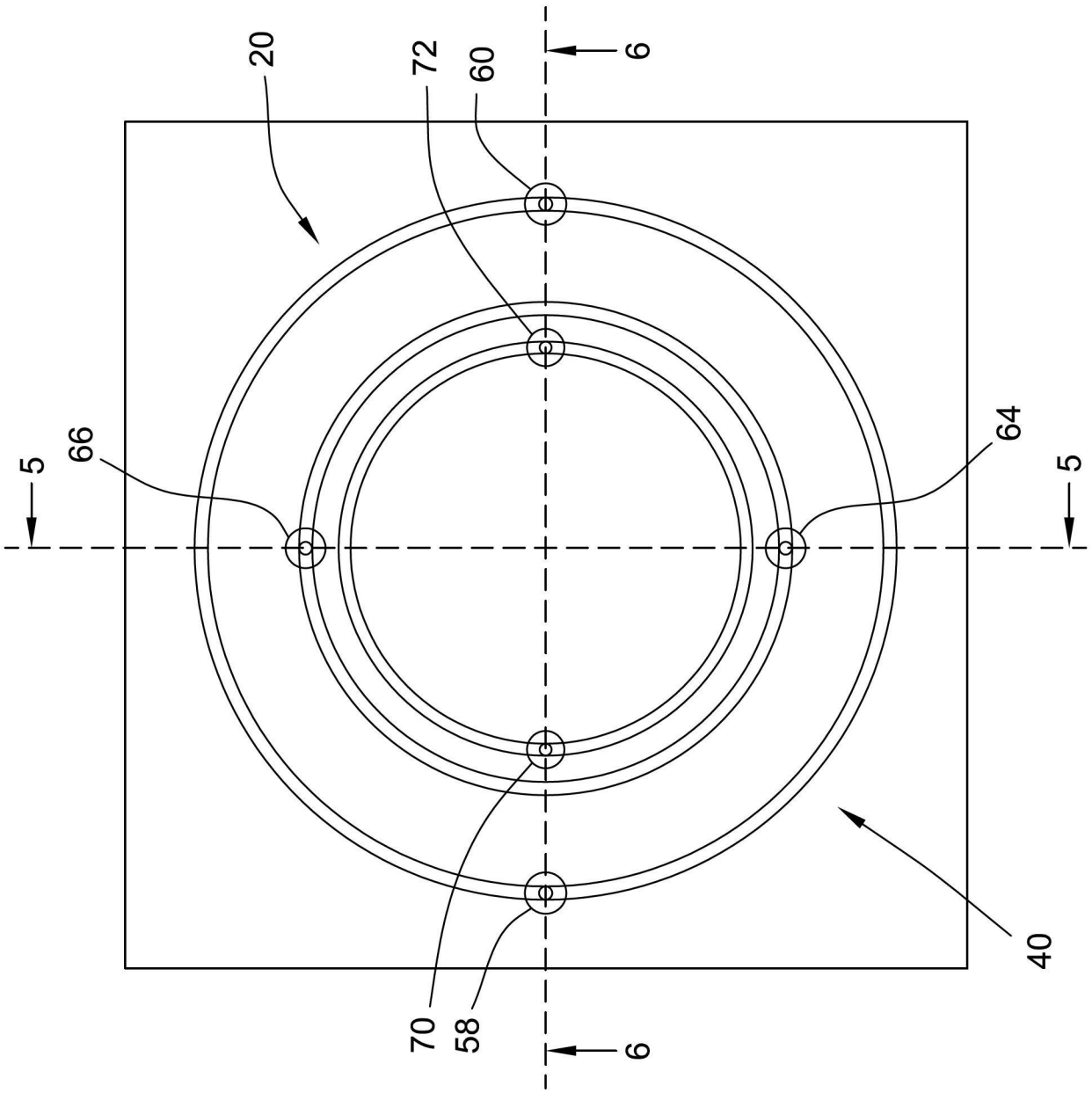
【圖1】



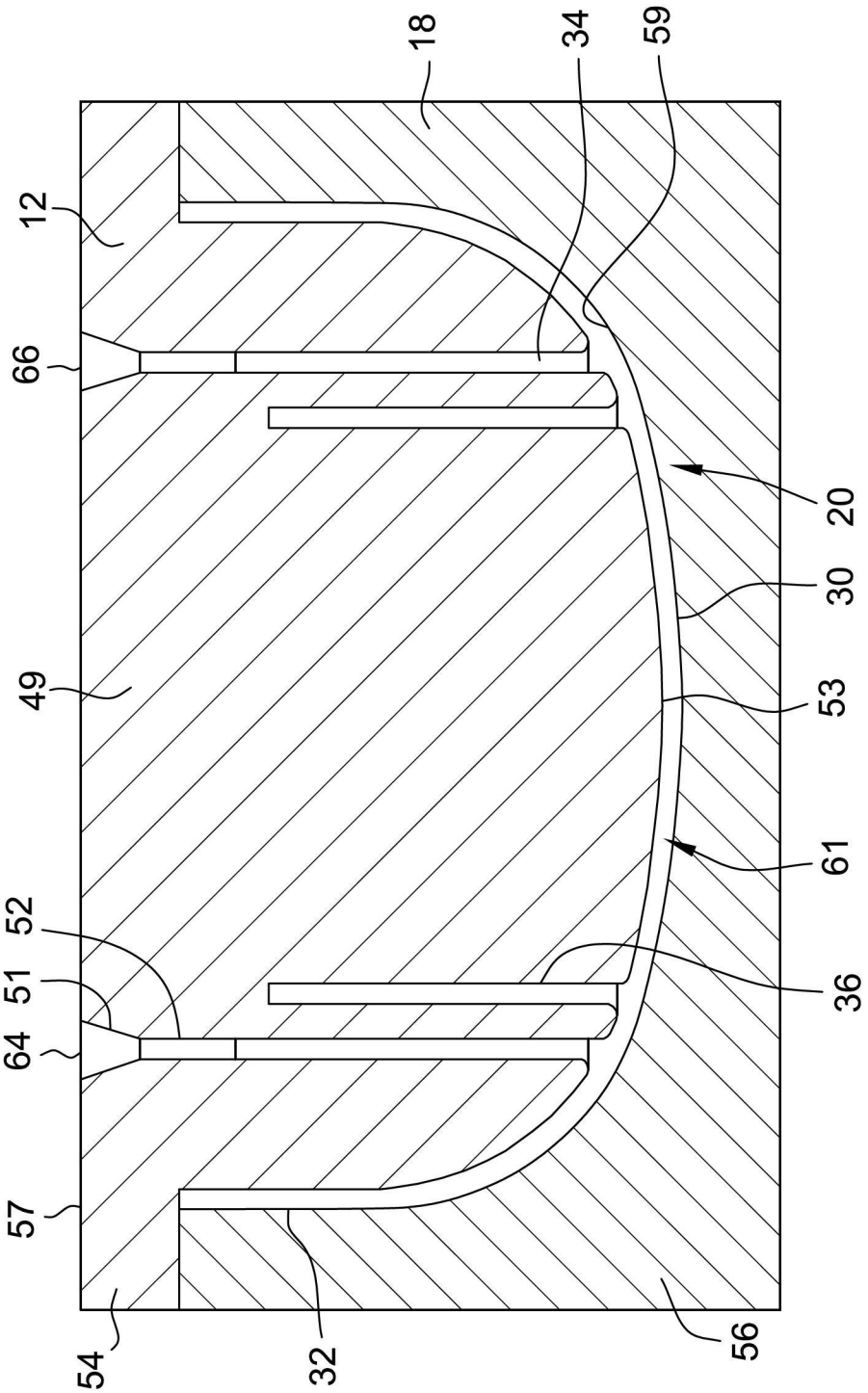
【圖2】



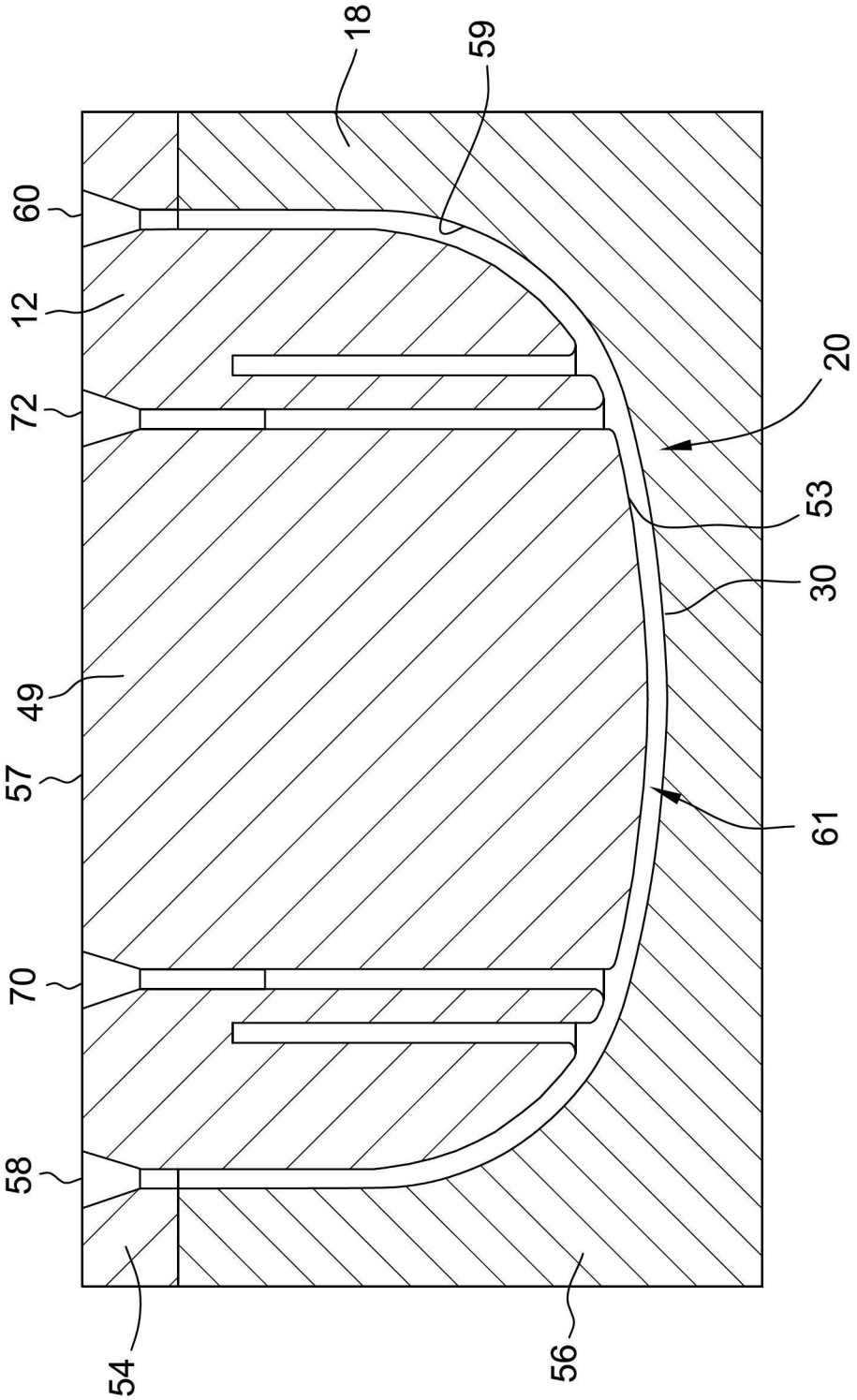
【圖3】



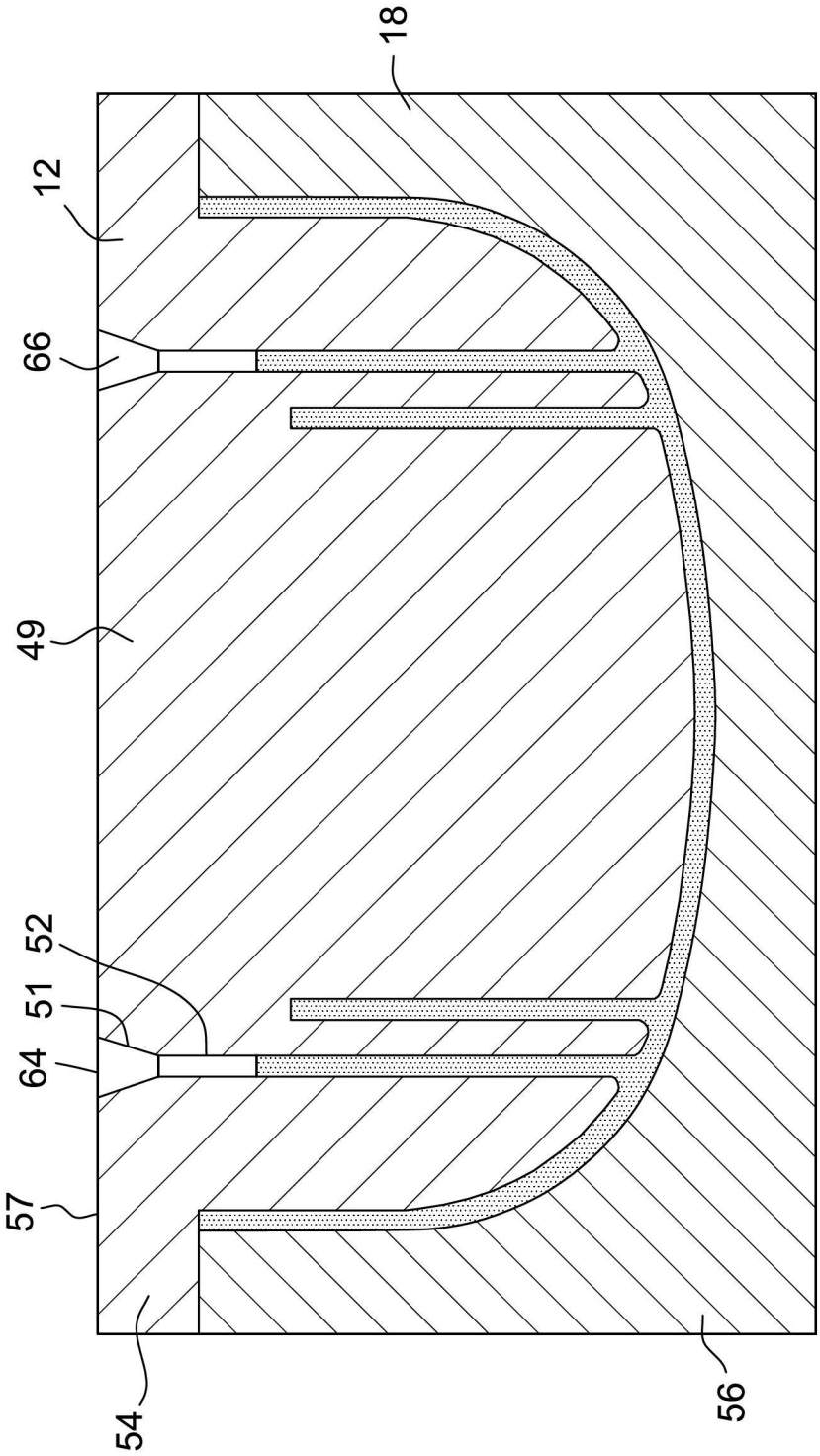
【圖4】



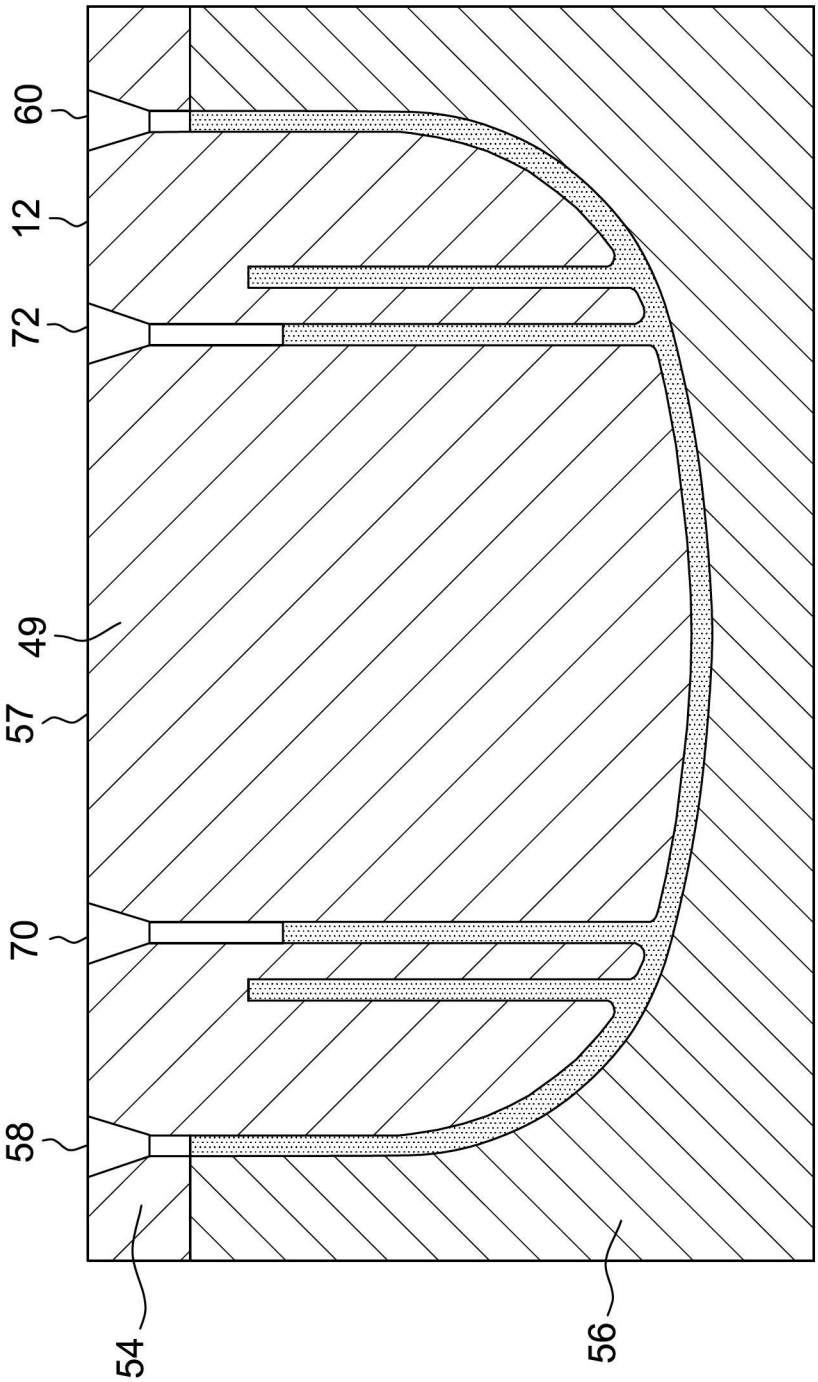
【圖5】



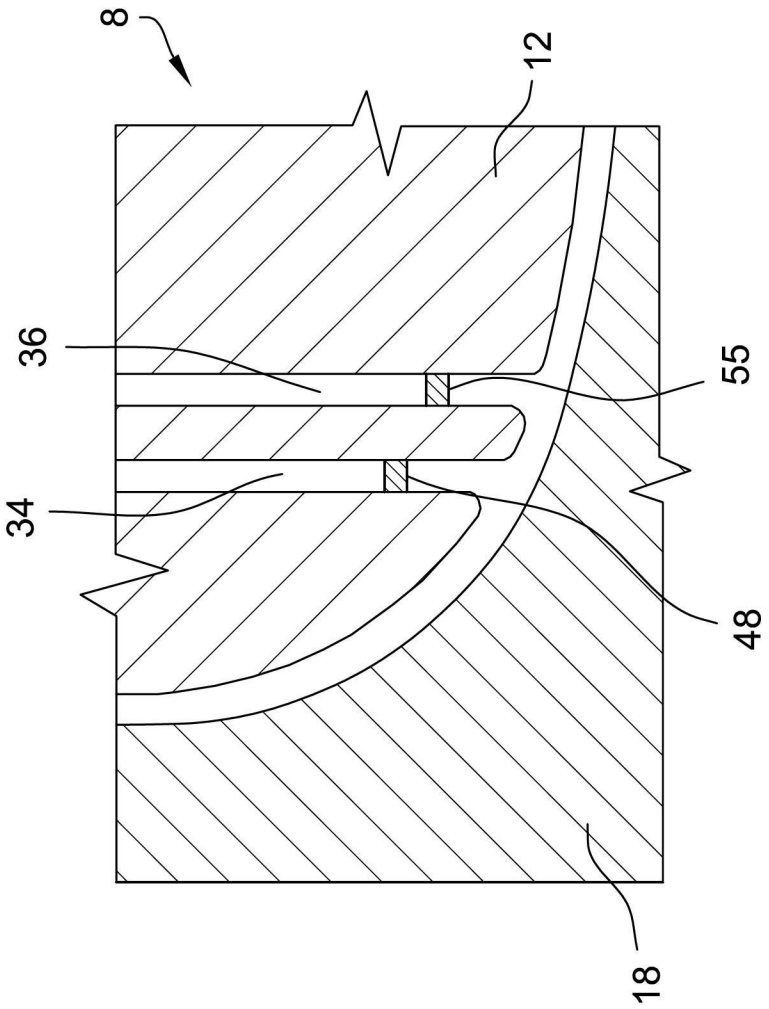
【圖6】



【圖7】



【圖8】



【圖9】