

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2024 年 2 月 29 日 (29.02.2024)



(10) 国际公布号
WO 2024/040786 A1

(51) 国际专利分类号:
E21B 33/134 (2006.01) **E21B 33/129** (2006.01)
E21B 33/128 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2022/136060

(22) 国际申请日: 2022 年 12 月 2 日 (02.12.2022)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
202211010679.3 2022年8月23日 (23.08.2022) CN

(71) 申请人: 中国石油天然气集团有限公司 (CHINA NATIONAL PETROLEUM CORPORATION) [CN/CN]; 中国北京市东城区东直门北大街 9 号, Beijing 100007 (CN)。中国石油集团工程技术有限公司 (CNPC ENGINEERING TECHNOLOGY R&D COMPANY LIMITED) [CN/CN]; 中国北京市昌平区黄河街 5 号院 1 号楼, Beijing 102206 (CN)。北京石油机械有限公司 (BEIJING PETROLEUM MACHINERY CO.) [CN/CN]; 中国北京市昌平区

沙河镇创新基地能源南街 9 号院 3 号楼 215 室, Beijing 102206 (CN)。

(72) 发明人: 张国田 (ZHANG, Guotian); 中国北京市西城区六铺炕街六号 316 室, Beijing 100724 (CN)。张勇 (ZHANG, Yong); 中国北京市西城区六铺炕街六号 316 室, Beijing 100724 (CN)。陈省身 (CHEN, Xingshen); 中国北京市西城区六铺炕街六号 316 室, Beijing 100724 (CN)。王方明 (WANG, Fangming); 中国北京市西城区六铺炕街六号 316 室, Beijing 100724 (CN)。王兴燕 (WANG, Xingyan); 中国北京市西城区六铺炕街六号 316 室, Beijing 100724 (CN)。陈晓军 (CHEN, Xiaojun); 中国北京市西城区六铺炕街六号 316 室, Beijing 100724 (CN)。李兴杰 (LI, Xingjie); 中国北京市西城区六铺炕街六号 316 室, Beijing 100724 (CN)。

(74) 代理人: 北京三友知识产权代理有限公司 (BEIJING SANYOU INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY LTD.); 中国北京市金融街 35 号国际企业大厦 A 座 16 层, Beijing 100033 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG,

(54) Title: TWO-STAGE SEALING TYPE METAL DISSOLVABLE BRIDGE PLUG

(54) 发明名称: 双级密封式金属可溶桥塞

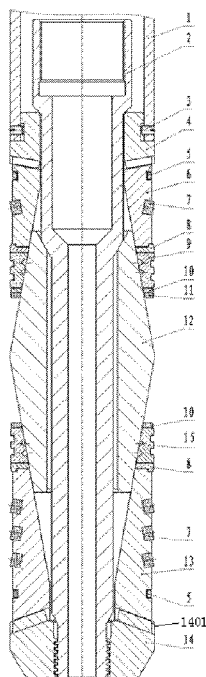


图 1

(57) Abstract: A two-stage sealing type metal dissolvable bridge plug, comprising a mandrel (2) and a cone (12) which are sleeved inside and outside. An outer surface of the cone (12) comprises an upper conical surface section (1201) and a lower conical surface section (1202) which are arranged vertically; an upper locking block group ring (6) and an upper metal sealing ring (9) which are arranged vertically being sleeved on the upper conical surface section (1201); a lower metal sealing ring (15) and an anchor block group ring (13) which are arranged vertically being sleeved on the lower conical surface section (1202); a lower end of the mandrel (2) being connected to a release joint (14); and the anchor block group ring (13) and the release joint (14) being connected vertically. The two-stage sealing type metal dissolvable bridge plug uses a dissolvable metal sealing ring, which is suitable for working conditions such as high temperature, high pressure, and high mineralization, achieving rapid dissolution of the bridge plug, having few residues, ensuring rapid production of unconventional oil and gas wells, shortening a construction cycle, and reducing economic costs.

(57) 摘要: 一种双级密封式金属可溶桥塞, 包括内外套设的芯轴(2)和锥体(12), 锥体(12)的外表面含有上下设置的上锥面段(1201)和下锥面段(1202), 上锥面段(1201)外套设有上下设置的上锁紧块组环(6)和上金属密封环(9), 下锥面段(1202)外套设有上下设置的下金属密封环(15)和锚定块组环(13), 芯轴(2)的下端连接有丢手接头(14), 锚定块组环(13)与丢手接头(14)上下连接。双级密封式金属可溶桥塞采用可溶的金属密封环, 适用于高温、高压、高矿化度等工况, 实现了桥塞的快速溶解, 残留物少, 保证非常规油气井的快速投产, 降低施工周期和经济成本。



BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

- (84) 指定国(除另有指明，要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

- 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

双级密封式金属可溶桥塞

相关申请

本申请要求专利申请号为 202211010679.3、申请日为 2022 年 8 月 23 日、发明名称
5 为“双级密封式金属可溶桥塞”的中国发明专利的优先权。

技术领域

本发明涉及石油、天然气钻采压裂用井下工具领域，具体的是一种双级密封式金属
可溶桥塞。

背景技术

为了增加石油采收率，提高油田生产效率，分层注采、多级分段压裂是特殊油层开
发的有效手段之一。通常压裂时，采用桥塞密封井下套管，隔离目的层段。而可溶桥塞
是一种新型的页岩气压裂用分层分段改造工具，压裂完成后依靠井筒温度及一定的矿化
15 度液体环境即可实现桥塞本体完全溶解，确保井筒全通径生产，具有综合成本低、投产
时间短、降低作业风险以及可实现二次改造的优点。

经多年发展，桥塞从铸铁可钻桥塞、复合可钻桥塞发展到可溶桥塞；而目前常见的
可溶桥塞多数是通过可溶橡胶筒受挤压弹性变形，实现井下套管的密封及层间封隔。可
溶桥塞的金属部件在井下一定温度、矿化度条件下，能够得到较好的溶解，最终成粉末
20 状或细小颗粒状溶解残余物，而可溶胶筒则主要是降解成块状残余物，不仅溶解速度慢、
周期长，随着下入桥塞数量的增多，溶解残余物的堆积，影响返排生产，通常需要进行
钻磨通井作业，增加成本。此外，随着非常规油气藏的深入开发，对可溶桥塞的整体性
能指标及压力、温度等级均具有了更高的要求，不断向耐高温、高压、快溶、残余物少
等方向发展。而可溶橡胶在高温条件下的耐受性、密封稳定性等方面存在一定的不足。

申请内容

为了解决上述可溶桥塞中橡胶容易老化的问题，本发明提供了一种双级密封式金属
可溶桥塞，所述双级密封式金属可溶桥塞采用可溶的金属密封环，适用于高温、高压、
高矿化度等工况，实现了桥塞的快速溶解，残留物少，保证非常规油气井的快速投产，

降低施工周期和经济成本。

本发明解决其技术问题所采用的技术方案是：

一种双级密封式金属可溶桥塞，包括内外套设的芯轴和锥体，锥体的外表面含有上下设置的上锥面段和下锥面段，上锥面段的顶端朝上底端朝下，上锥面段外套设有上下设置的上锁紧块组环和上金属密封环，下锥面段的顶端朝下底端朝上，下锥面段外套设有上下设置的下金属密封环和锚定块组环，芯轴的下端连接有丢手接头，锚定块组环与丢手接头上下连接，当上锁紧块组环相对于芯轴向下移动的过程中，锥体也能够相对于芯轴向下移动，上锁紧块组环、上金属密封环、下金属密封环和锚定块组环均能够径向扩张。

本发明的有益效果是：所述双级密封式耐高温高压全金属可溶桥塞，通过采用对称分布的楔入式金属密封环与支撑环，构成双级密封结构，能够增大有效密封面积，提高全金属可溶桥塞的密封承压可靠性和稳定性；并结合金属密封环表面耐高温耐腐蚀涂层，提升其井底复杂工况适应性和有效密封承压工作时间，保障压裂作业的平稳施工；且该全金属可溶桥塞的整体结构简单、新颖；具有通经大、耐高压、密封承压稳定性强，溶解快、残余物少等技术特点；在分段压裂施工后即可快速溶解，实现通井、投产，降低施工周期和经济成本。

附图说明

构成本申请的一部分的说明书附图用来提供对本发明的进一步理解，本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明，并不构成对本发明的不当限定。

图 1 是本发明所述双级密封式金属可溶桥塞的示意图。

图 2 是本发明所述双级密封式金属可溶桥塞的坐封锚定工作状态示意图。

图 3 是芯轴的示意图。

图 4 是锥体的示意图。

图 5 是推环的示意图。

图 6 是上锁紧块的示意图。

图 7 是第一支撑环的示意图。

图 8 是锚定块组环的示意图。

附图标记说明如下：

1、推筒；2、芯轴；3、限位螺钉；4、推环；5、外箍环；6、上锁紧块组环；7、

锚定齿；8、限位箍环；9、上金属密封环；10、第一支撑环；11、第二支撑环；12、锥体；13、锚定块组环；14、丢手接头；15、下金属密封环；16、套管；17、可溶球；

201、第一大径段；202、第二大径段；203、第一小径段；204、第二小径段；205、环形锥状外过渡段；

- 5 401、外小径段；402、外大径段；403、环形凹槽；404、下导向筋；
601、上锁紧块；602、上导向槽；
1001、U形槽；
1201、上锥面段；1202、下锥面段；1203、环形锥状坐封面；
1301、锚定块；1302、下导向槽；
10 1401、上导向筋。

具体实施方式

需要说明的是，在不冲突的情况下，本申请中的实施例及实施例中的特征可以相互组合。下面将参考附图并结合实施例来详细说明本发明。

- 15 一种双级密封式金属可溶桥塞，包括内外套设的芯轴2和锥体12，锥体12的外表面含有上下设置的上锥面段1201和下锥面段1202，上锥面段1201和下锥面段1202均为圆锥形面，上锥面段1201的顶端朝上底端朝下（即上锥面段1201的上端外径小于下端外径），上锥面段1201外套设有上下设置的上锁紧块组环6和上金属密封环9，下锥面段1202的顶端朝下底端朝上（即下锥面段1202的下端外径小于上端外径），下锥面段1202外套设有上下设置的下金属密封环15和锚定块组环13，芯轴2的下端连接有丢手接头14，锚定块组环13与丢手接头14上下连接，当上锁紧块组环6相对于芯轴2向下移动的过程中，锥体12也能够相对于芯轴2向下移动，上锁紧块组环6、上金属密封环9、下金属密封环15和锚定块组环13均能够径向扩张，如图1至图8所示。

- 25 所述双级密封式金属可溶桥塞还包括用于桥塞坐封的试配组件：推筒1和限位螺钉3，推筒1与推环4通过限位螺钉3连接。其中，上金属密封环9和下金属密封环15对称安装在锥体12的上下两端外，形成组合式双级金属密封结构，所述双级密封式金属可溶桥塞的各部件依次轴向安装在锥体12的两端，相互配合；且整体安装在芯轴2上，通过丢手接头14的内螺纹与芯轴2下端的外螺纹连接，实现轴向的定位和锁紧。

- 30 在本实施例中，芯轴2为直立的管状结构，芯轴2的外表面含有从上向下依次设置的第一大径段201、第二大径段202、第一小径段203和第二小径段204，第一大径段

201 的外径、第二大径段 202 的外径、第一小径段 203 的外径和第二小径段 204 的外径依次减小，锥体 12 为直立的筒形结构，上锥面段 1201 与下锥面段 1202 上下对称且互为镜像，如图 3 所示。

在本实施例中，芯轴 2 的轴线和锥体 12 的轴线重合，芯轴 2 的上端位于锥体 12 的上端外，芯轴 2 的下端位于锥体 12 的下端外，第一大径段 201 内设有内螺纹，锥体 12 主要套设于第一小径段 203 外，第二大径段 202 和第一小径段 203 之间设有环形锥状外过渡段 205，锥体 12 的上端内设有环形锥状坐封面 1203，环形锥状坐封面 1203 为圆锥面，环形锥状坐封面 1203 的顶端朝下底端朝上，环形锥状外过渡段 205 与环形锥状坐封面 1203 匹配抵接，第二小径段 204 套设于丢手接头 14 内，第二小径段 204 与丢手接头 14 内外螺纹连接，第二小径段 204 的外螺纹能够剪断丢手接头 14 的内螺纹。

芯轴 2 采用合金结构钢材料制成，芯轴 2 内设有台阶形通孔，第一大径段 201 内设有内螺纹可以与标准坐封工具连接。芯轴 2 与丢手接头 14 螺纹连接实现轴向的定位和锁紧；在桥塞坐封时，传递轴向载荷并剪切丢手接头 14 的内螺纹，实现桥塞的丢手坐封。锥体 12 内设有内孔通，锥体 12 的上端内设有环形锥状坐封面 1203 用于桥塞在井下工作过程中，可溶球 17 贴紧时封堵桥塞的中心孔，建立密封，如图 1 至图 4 所示。

在本实施例中，所述双级密封式金属可溶桥塞还包括推环 4，推环 4 套设于芯轴 2 外，推环 4 与上锁紧块组环 6 上下连接，推环 4 的外表面含有上下设置的外小径段 401 和外大径段 402，外小径段 401 的下部设有环形凹槽 403，推环 4 的下端面为下锥形面，所述下锥形面的顶端朝下底端朝上，推环 4 的下端面上设有多条下导向筋 404，多条下导向筋 404 沿推环 4 的周向间隔排列，下导向筋 404 沿推环 4 的直径方向延伸，如图 5 所示。

推环 4 呈圆环状，推环 4 采用合金结构钢或不锈钢材料制成；推环 4 的内孔与芯轴 2 间隙配合，推环 4 上的环形凹槽 403 用于安装限位螺钉 3，实现轴向定位。推环 4 的下端设有若干的下导向筋 404，且下导向筋 404 设计成一定的倾斜角度，下导向筋 404 的数量和倾斜角度与上锁紧块 601 的数量及上端面的倾斜角度相同。

在本实施例中，上锁紧块组环 6 含有多个上锁紧块 601，上锁紧块 601 的材质为可溶金属材料，上锁紧块 601 呈楔形块状，多个上锁紧块 601 沿锥体 12 的周向排列，上锁紧块 601 的上端面内设有上导向槽 602，上锁紧块 601 的上端面与推环 4 的下端面匹配抵接，上导向槽 602 与下导向筋 404 一一对应地匹配插接，上锁紧块 601 的内表面与上锥面段 1201 匹配抵接，上锁紧块 601 的外表面设有至少一个锚定齿 7，上锁紧块组环

6 外套设有外箍环 5，上锁紧块组环 6 的下端连接有限位箍环 8，限位箍环 8 套设于上锥面段 1201 外，外箍环 5 和限位箍环 8 的材质均为可溶合金材料，如图 6 所示。

上锁紧块 601 采用低强度可溶镁合金材料制成，上锁紧块 601 的内表面与锥体 12 配合，上锁紧块 601 的内表面的锥面角度与锥体 12 的上锥面段 1201 的外锥面角度相同，
5 下导向筋 404 起导向作用，上锁紧块 601 的外表面设有一定斜角的圆孔，用于镶嵌锚定齿 7。上锁紧块 601 采用多块均布的方式在圆周上组合成圆环状的上锁紧块组环 6，并通过外箍环 5 和限位箍环 8 进行定位。

上锁紧块组环 6 中上锁紧块 601 块数则需要根据桥塞的外径尺寸决定，上锁紧块 601 块数可以是 6 块-12 块，例如采用的 10 块式结构；上锁紧块 601 主要作用是在轴向力作用下，沿锥体 12 向下滑动且径向扩张，逐渐撑开上金属密封环 9、第一支撑环 10 和第二支撑环 11，直到贴紧套管 16 的内壁，锚定齿 7 初始咬入套管 16 内壁，锁定位置和上金属密封环 9 的状态。

外箍环 5 和限位箍环 8 均采用高延伸率的可溶镁合金制成；主要用于箍紧圆周均布的若干上锁紧块 601；限位箍环 8 还起到缓冲作用，避免上锁紧块 601 在扩张过程中损伤上金属密封环 9。锚定齿 7 呈圆柱形，通常可以采用高强度或高强度的合金钢或陶瓷材料制成；主要用于桥塞坐封后，锚定齿 7 咬入套管 16 内壁，是桥塞稳固锚定的关键部件之一。

在本实施例中，上金属密封环 9 的断面呈楔形，上金属密封环 9 的材质为可溶合金材料，上金属密封环 9 的内表面与上锥面段 1201 匹配抵接，上金属密封环 9 的内表面
20 设有多道内凹槽，上金属密封环 9 的外表面设有多道外凹槽，所述多道内凹槽和多道外凹槽均沿锥体 12 的轴线间隔排列。

在本实施例中，上金属密封环 9 与下金属密封环 15 上下对称且互为镜像，所述内凹槽的断面为 V 形，所述 V 形的开口朝向锥体 12，所述外凹槽的断面为矩形，上金属密封环 9 和下金属密封环 15 的材料延伸率 $\geq 20\%$ ，上金属密封环 9 和下金属密封环 15 的
25 表面均设有高温抗腐蚀涂层，以确保楔形密封环在井底高温高压环境下的稳定性。

上金属密封环 9 和下金属密封环 15 均与锥体 12 匹配连接，所述多道内凹槽和多道外凹槽主要用于改善其整体的延展变形能力；上金属密封环 9 和下金属密封环 15 可以在轴向力的作用下沿锥体 12 的圆锥面扩径变形；最终楔入锥体 12 与套管 16 内壁之间的环空中，形成密封；上金属密封环 9 和下金属密封环 15 作为全金属可溶桥塞的关键
30 部件，通常采用延伸率较高的可溶镁合金材料制成；上金属密封环 9 和下金属密封环 15

构成双级密封式结构，增大有效密封面积，提高全金属可溶桥塞的密封承压可靠性和稳定性；上金属密封环 9 和下金属密封环 15 的结构完全相同。

在本实施例中，上金属密封环 9 的下端连接有上下层叠连接的第一支撑环 10 和第二支撑环 11，第一支撑环 10 和第二支撑环 11 均套设于上锥面段 1201 外，第一支撑环 10 和第二支撑环 11 的材质均为可溶合金材料，第一支撑环 10 的内表面和第二支撑环 11 的内表面均设有 U 形槽 1001，用于促进其较好的断裂成 C 型，第一支撑环 10 的 U 形槽 1001 与第二支撑环 11 的 U 形槽 1001 沿锥体 12 的周向对称分布，如图 7 所示。

第一支撑环 10 和第二支撑环 11 整体均为环状结构，第一支撑环 10 和第二支撑环 11 均采用高强度可溶镁合金制成，第一支撑环 10 和第二支撑环 11 均与锥体 12 匹配连接，第一支撑环 10 和第二支撑环 11 两者贴合，构成支撑环组件，且第一支撑环 10 的 U 形槽 1001 与第二支撑环 11 的 U 形槽 1001 保持 180° 对称位置分布，可以更好的起到对上金属密封环 9 的支撑保护作用，保持上金属密封环 9 在承压时的完整性，避免其受压变形；最终影响桥塞的密封性能。其中，锥体 12 的上端设有第一支撑环 10 和第二支撑环 11 构成的支撑环组件，而锥体 12 的下端仅设有第一支撑环 10，即下金属密封环 15 的上端外仅连接有第一支撑环 10，第一支撑环 10 匹配的套设于下锥面段 1202 外。上锥面段 1201 外套设第二支撑环 11 与下锥面段 1202 外套设第一支撑环 10 上下间隔设置。

在本实施例中，丢手接头 14 呈环形结构，丢手接头 14 的材质为可溶合金材料，丢手接头 14 套设于芯轴 2 的下端外，丢手接头 14 的上端面为上锥形面，所述上锥形面的顶端朝上底端朝下，丢手接头 14 的上端面上设有多条上导向筋 1401，多条上导向筋 1401 沿丢手接头 14 的周向间隔排列，上导向筋 1401 沿丢手接头 14 的直径方向延伸。

丢手接头 14 的内孔设有螺纹，用于与芯轴 2 螺纹连接，丢手接头 14 的上端面上设有多条上导向筋 1401 用于对锚定块 1301 的支撑和导向作用，丢手接头 14 的下端设有倒角（锥面）起导向作用；丢手接头 14 的内螺纹类型可以选择矩形螺纹、梯形螺纹、普通螺纹等；而丢手接头 14 的内螺纹连接长度直接决定着桥塞实际坐封的丢手力，其作为关键参数，需要通过螺纹剪切力计算得到或有限次实验获得。

在本实施例中，锚定块组环 13 含有多个锚定块 1301，锚定块 1301 的材质为可溶金属材料，锚定块 1301 呈楔形块状，多个锚定块 1301 沿锥体 12 的周向排列，锚定块 1301 的下端面内设有下导向槽 1302，锚定块 1301 的下端面与丢手接头 14 的上端面匹配抵接，下导向槽 1302 与上导向筋 1401 一一对应地匹配插接，锚定块 1301 的内表面与下锥面段 1202 匹配抵接，锚定块 1301 的外表面设有多个锚定齿 7，多个锚定齿 7 沿锥体 12

的轴向间隔排列，锚定块组环 13 外套设有外箍环 5，锚定块组环 13 的下端连接有限位箍环 8，限位箍环 8 套设于下锥面段 1202 外，外箍环 5 和限位箍环 8 的材质均为可溶合金材料，如图 8 所示。

锚定块 1301 采用高强度耐高温可溶镁合金制成，锚定块 1301 的下端面内设有下导向槽 1302，用于与丢手接头 14 的上导向筋 1401 配合，起支撑和导向作用。锚定块组环 13 的下端面为锥面是用于为锚定块 1301 提供更大的径向分力，有助于桥塞在坐封时，受轴向力作用下锚定齿 7 更好的咬入套管 16 内壁。

锚定块 1301 外圆设有三个一定斜角的圆孔，用于镶嵌三个锚定齿 7；锚定块 1301 采用多块均布的方式在圆周上组合成圆环状的锚定块组环 13，并通过外箍环 5 和限位箍环 8 进行定位；形成一个完整的锚定体。

锚定块组环 13 中锚定块 1301 的块数则需要根据桥塞的外径尺寸决定，可以是 6 块-12 块，例如采用的 10 块式结构，其主要作用是在轴向力作用下，沿锥体 12 的滑动且径向扩张，逐渐撑开下金属密封环 15 和第一支撑环 10，最终贴紧套管 16 内壁，锚定齿 7 初始咬入套管 16 内壁，锁定坐封位置和下金属密封环 15 的状态；实现桥塞丢手坐封后，在套管 16 内指定位置的初始锚定。

锚定块 1301 的结构与上锁紧块 601 结构相似，主要是区别是长度增加，锚定齿 7 增多，下端锥面角度增大，即锚定块 1301 在图 1 上下方向的长度大于上锁紧块 601 的长度，锚定块 1301 上锚定齿 7 的数量大于上锁紧块 601 上锚定齿 7 的数量。锚定块组环 13 的下端面对应的圆锥形的顶角大于上锁紧块组环 6 的上端面对应的圆锥形的顶角。

所述双级密封式金属可溶桥塞还包括可溶球 17 和推筒 1，可溶球 17 呈球状，可溶球 17 采用速溶材料制成，可溶球 17 直径取决于锥体 12 的内通径大小；桥塞在井下坐封后，可溶球 17 最终贴紧锥体 12 的环形锥状坐封面 1203，起封堵内孔的作用。推筒 1 呈薄壁圆筒状，推筒 1 的下端与推环 4 的上侧贴紧，推筒 1 的下端设有圆周均布的 4 个螺钉孔，用以安装限位螺钉 3；推筒 1 的上端可以与桥塞入井下放时的标准坐封工具（外工具）连接，其传递轴向载荷的作用。

下面介绍所述双级密封式金属可溶桥塞的工作过程。

由于所述双级密封式金属可溶桥塞在井下坐封锚定并承压的工作过程是先通过桥塞下放的工具串上的标准坐封工具提供一定的坐封力将桥塞丢手，并坐封在套管 16 内的指定位置，锚定块组环 13 径向扩张贴紧套管 16 内壁，而锚定齿 7 则咬入套管 16 内壁形成初始锚定；进而在压裂施工过程中，随着井筒内的压力持续升高，此时锚定齿 7

进一步的咬入套管内壁，保持桥塞的锚定状态趋于稳定，具体如下：

1、所述双级密封式金属可溶桥塞的丢手坐封

如图 1 所示，而芯轴 2 的上端和推筒 1 的上端分别与标准坐封工具的内工具和外工具通过螺纹连接，并通过调节螺纹旋合的距离，使推筒 1 轴向压紧推环 4 的上端面，确保桥塞的推环 4 与丢手接头 14 之间的各部件紧密配合；随后上紧推筒 1 下端的 4 个限位螺钉 3，确保推筒 1 和推环 4 不会脱离。

当坐封工具工作时，外工具能够提供给推筒 1 轴向向下的推力，在推筒 1 向下轴向移动的同时，在推环 4 和丢手接头 14 的共同作用下，锥体 12 两端的上锁紧块组环 6、限位箍环 8、上金属密封环 9、第一支撑环 10、第二支撑环 11 和锚定块组环 13 均相应产生沿锥面扩张的趋势，且在锥体 12 的锥面的作用下，轴向力有一部分转换为径向力，当轴向推力达到一定值时，上锁紧块组环 6 和锚定块组环 13 外圆凹槽内的外箍环 5 相继断裂，随后则加速扩张，直到分别贴紧套管 16 内壁，锁定桥塞的坐封位置。桥塞锁定后，再进一步的，在坐封工具提供的轴向力作用下，芯轴 2 受到的轴向压力将丢手接头 14 的内螺纹瞬间剪断，完成桥塞的丢手坐封。完成丢手坐封后，推筒 1、推环 4 和芯轴 2 随坐封工具（内工具）被提出井口，可重复使用。

2、所述双级密封式金属可溶桥塞的密封承压

如图 2 所示，所述双级密封式金属可溶桥塞在井下指定位置完成初始锚定和坐封，各部件完成锁定后；根据压裂施工工艺要求，从井口投放可溶球 17，并将可溶球持续泵送至井底桥塞的锥体 12 上端的环形锥状坐封面 1203 处，完成坐球，封堵桥塞的内孔；实现套管内井筒的整体封堵。进而在压裂施工过程中，随着井筒内的压力持续升高，锚定齿 7 进一步的咬入套管内壁，实现桥塞的稳固锚定；且进一步压实金属密封环，且在内、外和锚定块的支撑保护作用下，金属密封环在理论上属于越压越紧的状态；从而建立井筒内的有效密封，完成一定时间的承压、压裂施工作业。

3、所述双级密封式金属可溶桥塞的快速溶解

在完成压裂施工作业后，桥塞在井底一定温度、矿化度条件下，可自行快速溶解；桥塞本体各部件随着溶解时间会从套管内壁脱离；最终完全溶解成细小粉末状残余物。且井底温度、矿化度越高，溶解速度越快；完全溶解的时间越短。所述双级密封式金属可溶桥塞的组成部件的材料均可以采用现有材料，可溶的含义为可以溶解于水。

为了便于理解和描述，本发明中采用了绝对位置关系进行表述，如无特别说明，其中的方位词“上”表示图 1 的上侧的方向，本发明采用了阅读者或使用者的观察视角

进行描述，但上述方位词不能理解或解释为是对本发明保护范围的限定。

以上所述，仅为本发明的具体实施例，不能以其限定发明实施的范围，所以其等同组件的置换，或依本发明专利保护范围所作的等同变化与修饰，都应仍属于本专利涵盖的范畴。另外，本发明中的技术特征与技术特征之间、技术特征与技术方案、技术方案与技术方案、实施例与实施例之间均可以自由组合使用。

10

15

权利要求书

1. 一种双级密封式金属可溶桥塞，其中，所述双级密封式金属可溶桥塞包括内外套设的芯轴（2）和锥体（12），锥体（12）的外表面含有上下设置的上锥面段（1201）和下锥面段（1202），上锥面段（1201）的顶端朝上底端朝下，上锥面段（1201）外套设有上下设置的上锁紧块组环（6）和上金属密封环（9），下锥面段（1202）的顶端朝下底端朝上，下锥面段（1202）外套设有上下设置的下金属密封环（15）和锚定块组环（13），芯轴（2）的下端连接有丢手接头（14），锚定块组环（13）与丢手接头（14）上下连接，当上锁紧块组环（6）相对于芯轴（2）向下移动的过程中，锥体（12）也能够相对于芯轴（2）向下移动，上锁紧块组环（6）、上金属密封环（9）、下金属密封环（15）和锚定块组环（13）均能够径向扩张。

2. 根据权利要求 1 所述的双级密封式金属可溶桥塞，其中，芯轴（2）为直立的管状结构，芯轴（2）的外表面含有从上向下依次设置的第一大径段（201）、第二大径段（202）、第一小径段（203）和第二小径段（204），第一大径段（201）的外径、第二大径段（202）的外径、第一小径段（203）的外径和第二小径段（204）的外径依次减小，锥体（12）为直立的筒形结构，上锥面段（1201）与下锥面段（1202）上下对称且互为镜像。

3. 根据权利要求 2 所述的双级密封式金属可溶桥塞，其中，第一大径段（201）内设有内螺纹，锥体（12）套设于第一小径段（203）外，第二大径段（202）和第一小径段（203）之间设有环形锥状外过渡段（205），锥体（12）的上端内设有环形锥状坐封面（1203），环形锥状外过渡段（205）与环形锥状坐封面（1203）匹配抵接，第二小径段（204）与丢手接头（14）内外螺纹连接，第二小径段（204）的外螺纹能够剪断丢手接头（14）的内螺纹。

4. 根据权利要求 1 所述的双级密封式金属可溶桥塞，其中，所述双级密封式金属可溶桥塞还包括推环（4），推环（4）套设于芯轴（2）外，推环（4）与上锁紧块组环（6）上下连接，推环（4）的外表面含有上下设置的外小径段（401）和外大径段（402），外小径段（401）的下部设有环形凹槽（403），推环（4）的下端面为下锥形面，所述下锥形面的顶端朝下底端朝上，推环（4）的下端面上设有多条下导向筋（404），多条下导向筋（404）沿推环（4）的周向间隔排列，下导向筋（404）沿推环（4）的直径方向延伸。

5. 根据权利要求 4 所述的双级密封式金属可溶桥塞，其中，上锁紧块组环（6）含

有多个上锁紧块(601)，上锁紧块(601)的材质为可溶合金材料，上锁紧块(601)呈楔形块状，多个上锁紧块(601)沿锥体(12)的周向排列，上锁紧块(601)的上端面内设有上导向槽(602)，上锁紧块(601)的上端面与推环(4)的下端面匹配抵接，上导向槽(602)与下导向筋(404)一一对应地匹配插接，上锁紧块(601)的内表面与上锥面段(1201)匹配抵接，上锁紧块(601)的外表面设有至少一个锚定齿(7)，上锁紧块组环(6)外套设有外箍环(5)，上锁紧块组环(6)的下端连接有限位箍环(8)，限位箍环(8)套设于上锥面段(1201)外，外箍环(5)和限位箍环(8)的材质均为可溶合金材料。

6. 根据权利要求1所述的双级密封式金属可溶桥塞，其中，上金属密封环(9)的断面呈楔形，上金属密封环(9)的材质为可溶合金材料，上金属密封环(9)的内表面与上锥面段(1201)匹配抵接，上金属密封环(9)的内表面设有多个内凹槽，上金属密封环(9)的外表面设有多个外凹槽，所述多个内凹槽和多个外凹槽均沿锥体(12)的轴线间隔排列。

7. 根据权利要求6所述的双级密封式金属可溶桥塞，其中，上金属密封环(9)与下金属密封环(15)上下对称且互为镜像，所述内凹槽的断面为V形，所述V形的开口朝向锥体(12)，所述外凹槽的断面为矩形，上金属密封环(9)和下金属密封环(15)的材料延伸率 $\geq 20\%$ ，上金属密封环(9)和下金属密封环(15)的表面均设有高温抗腐蚀涂层。

8. 根据权利要求1所述的双级密封式金属可溶桥塞，其中，上金属密封环(9)的下端连接有上下层叠连接的第一支撑环(10)和第二支撑环(11)，第一支撑环(10)和第二支撑环(11)均套设于上锥面段(1201)外，第一支撑环(10)和第二支撑环(11)的材质均为可溶合金材料，第一支撑环(10)的内表面和第二支撑环(11)的内表面均设有U形槽(1001)，第一支撑环(10)的U形槽(1001)与第二支撑环(11)的U形槽(1001)沿锥体(12)的周向对称分布。

9. 根据权利要求1所述的双级密封式金属可溶桥塞，其中，丢手接头(14)呈环形结构，丢手接头(14)的材质为可溶合金材料，丢手接头(14)套设于芯轴(2)的下端外，丢手接头(14)的上端面为上锥形面，所述上锥形面的顶端朝上底端朝下，丢手接头(14)的上端面上设有多个上导向筋(1401)，多条上导向筋(1401)沿丢手接头(14)的周向间隔排列，上导向筋(1401)沿丢手接头(14)的直径方向延伸。

10. 根据权利要求9所述的双级密封式金属可溶桥塞，其中，锚定块组环(13)含

有多个锚定块（1301），锚定块（1301）的材质为可溶合金材料，锚定块（1301）呈楔形块状，多个锚定块（1301）沿锥体（12）的周向排列，锚定块（1301）的下端面内设有下导向槽（1302），锚定块（1301）的下端面与丢手接头（14）的上端面匹配抵接，下导向槽（1302）与上导向筋（1401）一一对应地匹配插接，锚定块（1301）的内表面与下锥面段（1202）匹配抵接，锚定块（1301）的外表面设有多个锚定齿（7），多个锚定齿（7）沿锥体（12）的轴向间隔排列，锚定块组环（13）外套设有外箍环（5），锚定块组环（13）的下端连接有限位箍环（8），限位箍环（8）套设于下锥面段（1202）外，外箍环（5）和限位箍环（8）的材质均为可溶合金材料。

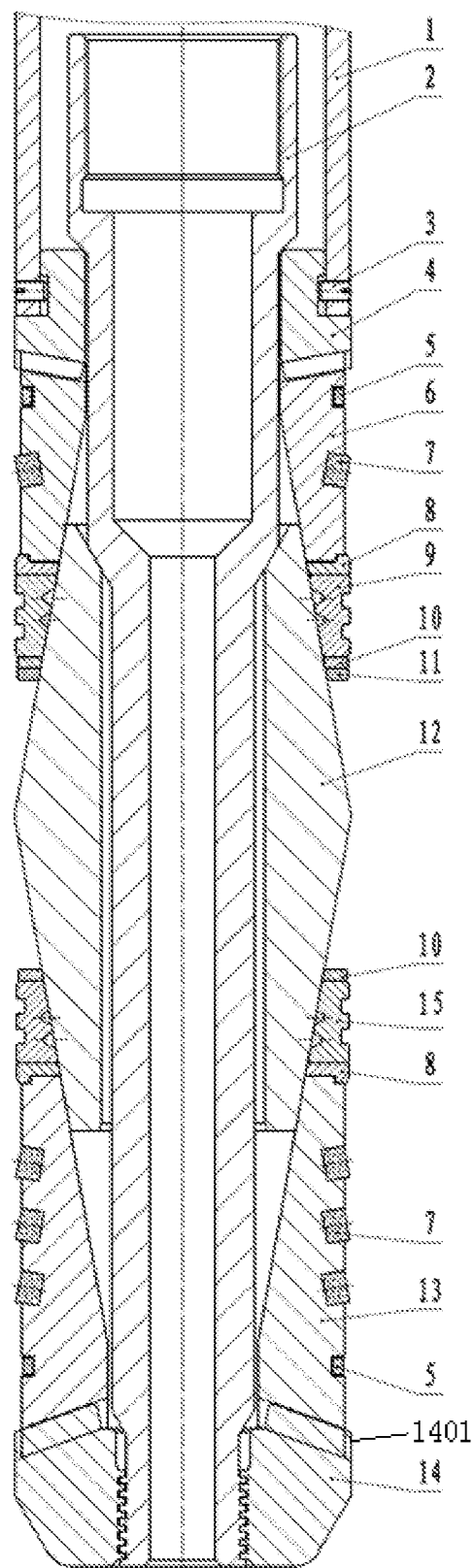


图 1

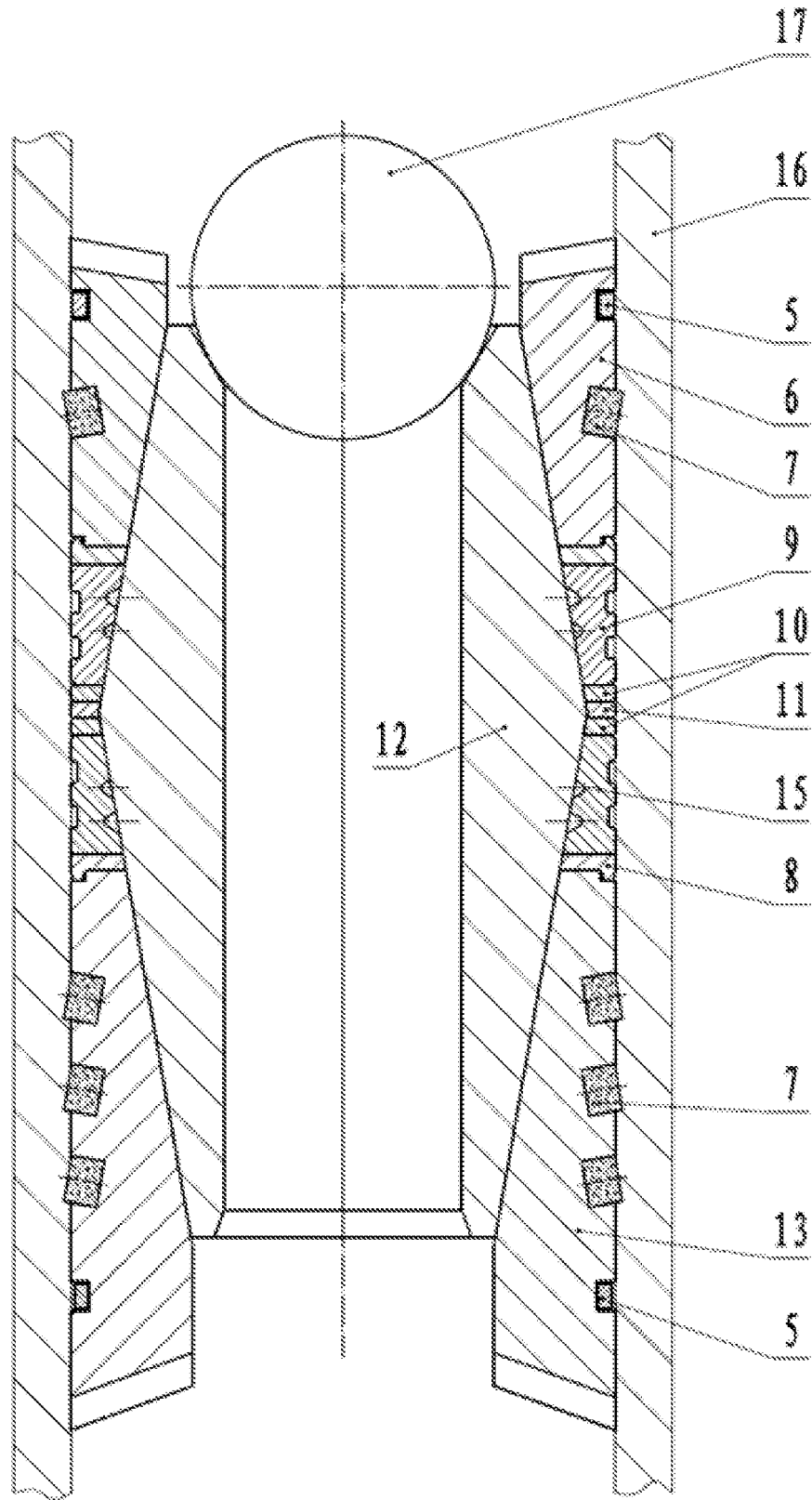


图 2

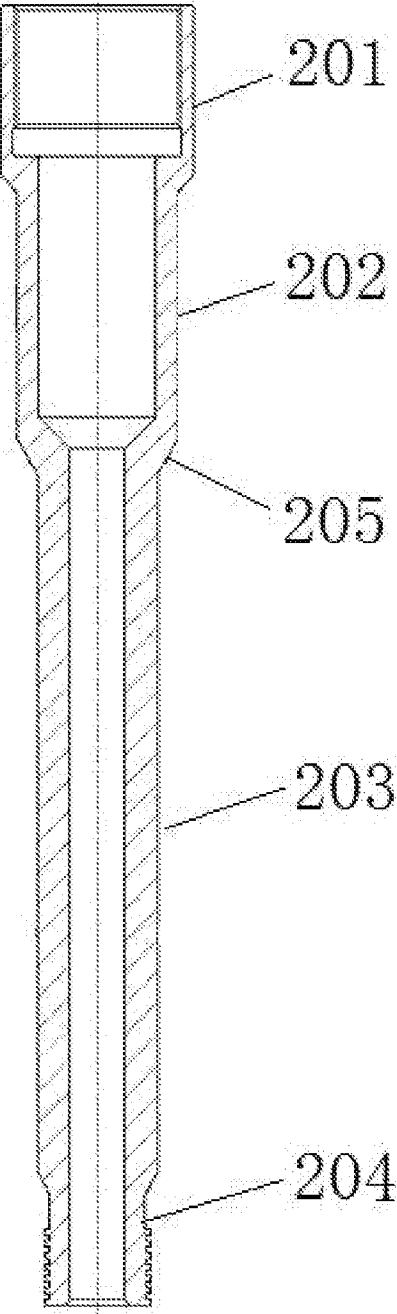


图 3

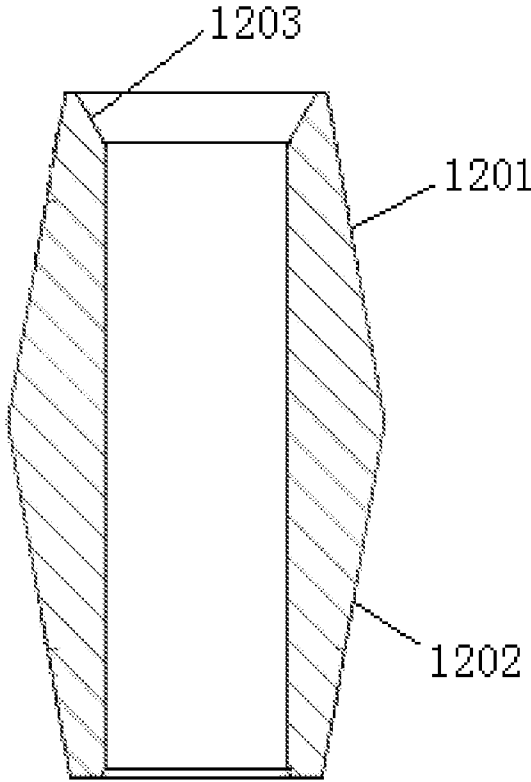


图 4

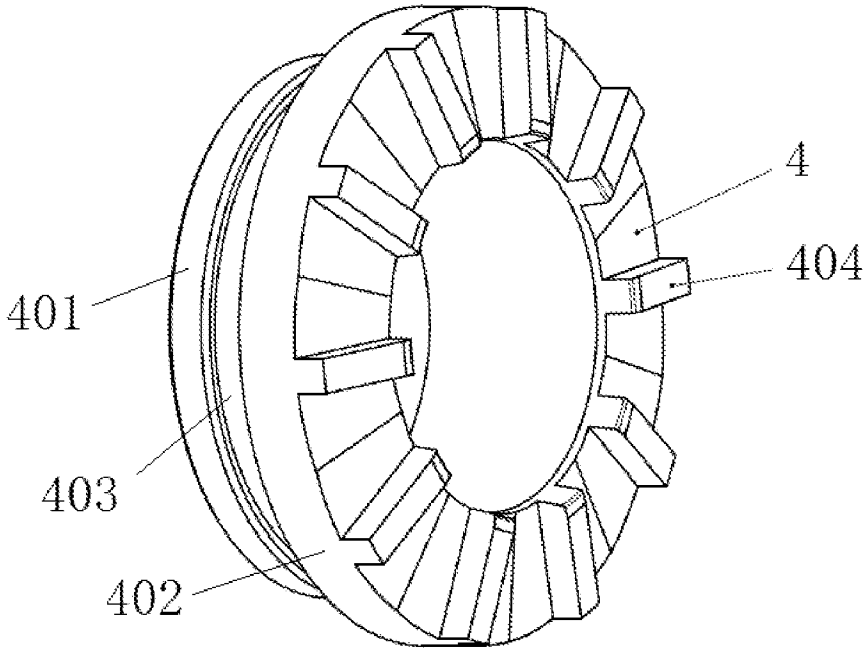


图 5

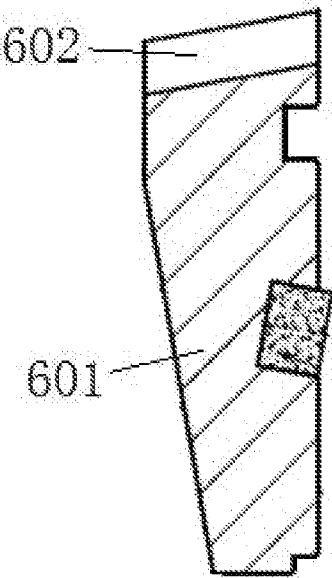


图 6

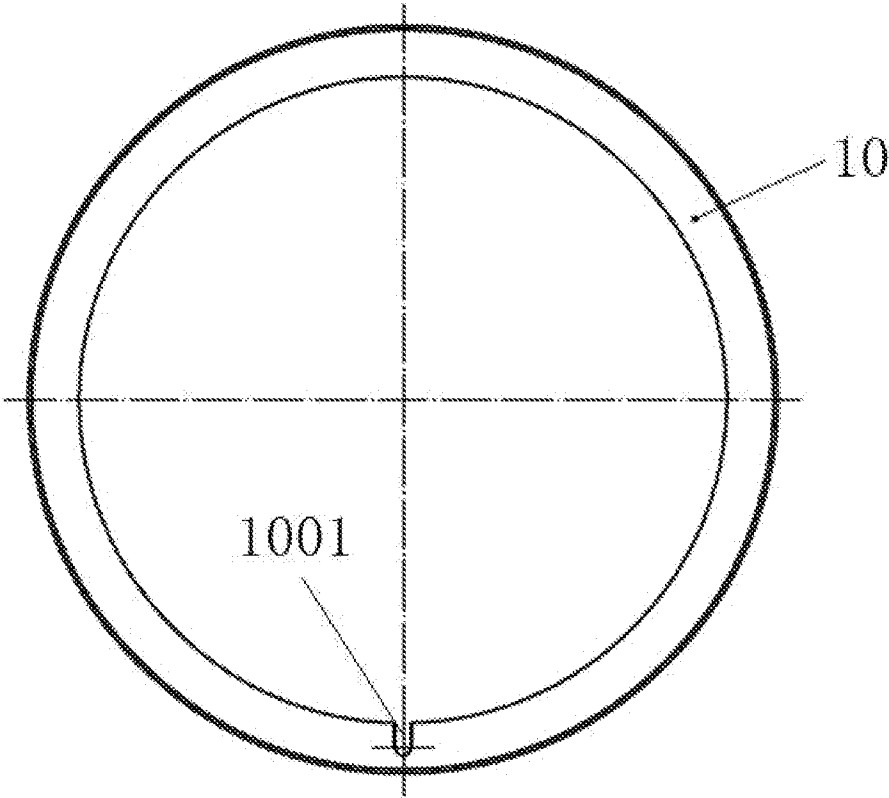


图 7

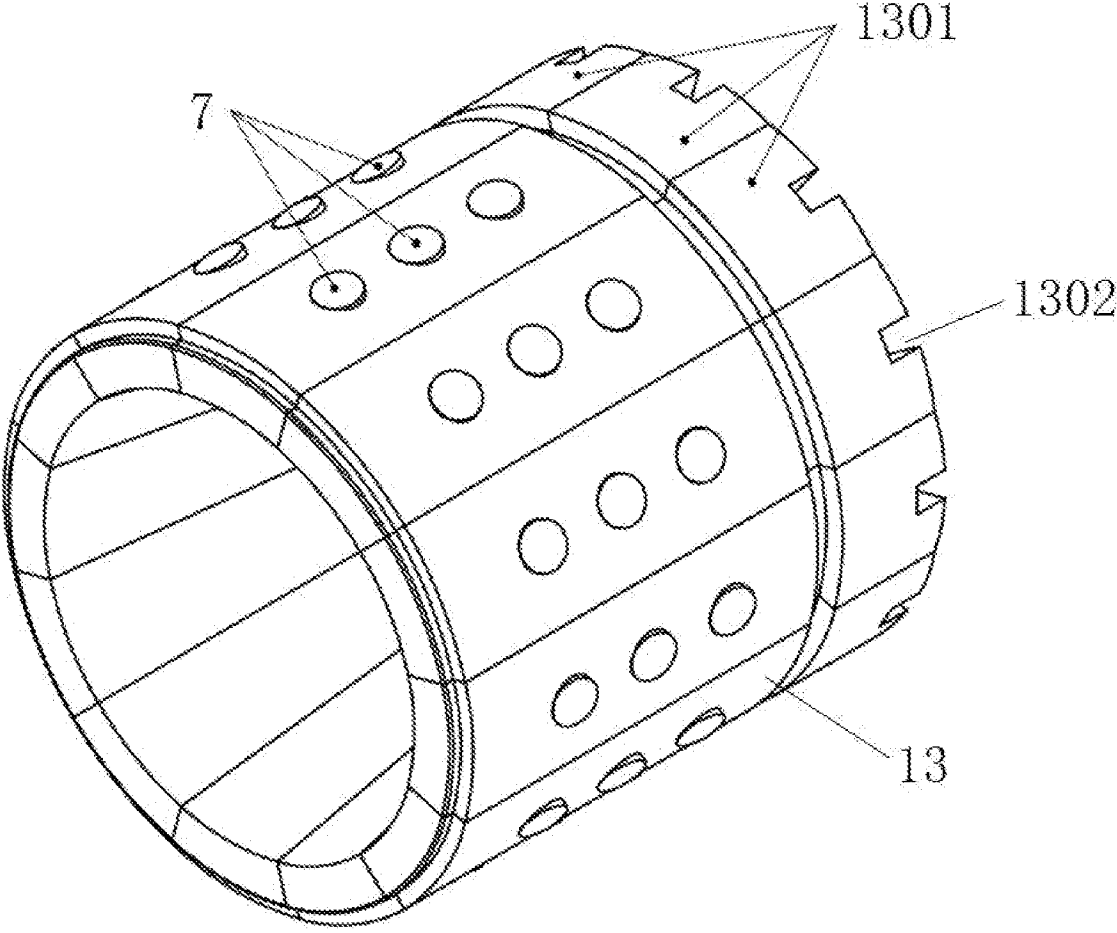


图 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2022/136060

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

E21B 33/134(2006.01)i;E21B 33/128(2006.01)i;E21B 33/129(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC: E21B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNABS; CNTXT; CNKI; VEN; USTXT; WOTXT; EPTXT: 桥塞, 双, 密封, 金属, 可溶, 锥, bridge plug, double, seal, metal, soluble, cone

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 112523721 A (CHEN AIMIN) 19 March 2021 (2021-03-19) claim 3, and description, paragraphs 94-104, and figures 6-8	1-10
Y	CN 203097816 U (BEIJING DEMEI HIGH-TECHNOLOGY CO., LTD.) 31 July 2013 (2013-07-31) description, paragraphs 31-38, and figures 1-4	1-10
A	CN 112727398 A (SICHUAN JIEBEITONG ENERGY TECHNOLOGY CO., LTD.) 30 April 2021 (2021-04-30) entire document	1-10
A	CN 109973045 A (ORIENT BAOLIN TECHNOLOGY DEVELOPMENT (BEIJING) CO., LTD.) 05 July 2019 (2019-07-05) entire document	1-10
A	CN 110792408 A (BAIQIN ENERGY TECHNOLOGY (HUIZHOU) CO., LTD.) 14 February 2020 (2020-02-14) entire document	1-10
A	US 2017342798 A1 (WUTHERICH KEVIN DAVID) 30 November 2017 (2017-11-30) entire document	1-10

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“D” document cited by the applicant in the international application

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

21 April 2023

Date of mailing of the international search report

19 May 2023

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)
China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District,
Beijing 100088

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2022/136060

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	112523721	A	19 March 2021	CN	214532895	U	29 October 2021
				US	2022195830	A1	23 June 2022
				US	11499390	B2	15 November 2022
CN	203097816	U	31 July 2013	None			
CN	112727398	A	30 April 2021	CN	112727398	B	10 June 2022
CN	109973045	A	05 July 2019	None			
CN	110792408	A	14 February 2020	US	2021140266	A1	13 May 2021
				US	11371313	B2	28 June 2022
				CN	211448603	U	08 September 2020
US	2017342798	A1	30 November 2017	US	10316611	B2	11 June 2019

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2022/136060

A. 主题的分类 E21B 33/134(2006.01)i;E21B 33/128(2006.01)i;E21B 33/129(2006.01)i 按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类		
B. 检索领域 检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号) IPC: E21B 包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献 在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用)) CNABS;CNTXT;CNKI;VEN;USTXT;WOTXT;EPTXT: 桥塞, 双, 密封, 金属, 可溶, 锥, bridge plug, double, seal, metal, soluble, cone		
C. 相关文件		
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
Y	CN 112523721 A (陈爱民) 2021年3月19日 (2021 - 03 - 19) 权利要求3、说明书第94-104段, 图6-8	1-10
Y	CN 203097816 U (北京德美高科科技有限责任公司) 2013年7月31日 (2013 - 07 - 31) 说明书第31-38段, 图1-4	1-10
A	CN 112727398 A (四川捷贝通能源科技有限公司) 2021年4月30日 (2021 - 04 - 30) 全文	1-10
A	CN 109973045 A (东方宝麟科技发展(北京)有限公司) 2019年7月5日 (2019 - 07 - 05) 全文	1-10
A	CN 110792408 A (百勤能源科技(惠州)有限公司) 2020年2月14日 (2020 - 02 - 14) 全文	1-10
A	US 2017342798 A1 (WUTHERICH KEVIN DAVID) 2017年11月30日 (2017 - 11 - 30) 全文	1-10
☐ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。		
* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “D” 申请人在国际申请中引证的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件		
国际检索实际完成的日期 2023年4月21日		国际检索报告邮寄日期 2023年5月19日
ISA/CN的名称和邮寄地址 中国国家知识产权局 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088		授权官员 刘坤 电话号码 (+86) 0512-88995395

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2022/136060

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	112523721	A	2021年3月19日	CN	214532895	U	2021年10月29日
				US	2022195830	A1	2022年6月23日
				US	11499390	B2	2022年11月15日
CN	203097816	U	2013年7月31日	无			
CN	112727398	A	2021年4月30日	CN	112727398	B	2022年6月10日
CN	109973045	A	2019年7月5日	无			
CN	110792408	A	2020年2月14日	US	2021140266	A1	2021年5月13日
				US	11371313	B2	2022年6月28日
				CN	211448603	U	2020年9月8日
US	2017342798	A1	2017年11月30日	US	10316611	B2	2019年6月11日