



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103512254 B

(45) 授权公告日 2016. 02. 03

(21) 申请号 201210381400. 2

WO 9421889 A2, 1994. 09. 29,

(22) 申请日 2012. 10. 10

WO 2006027770 A2, 2006. 03. 16,

(30) 优先权数据

US 2011061382 A1, 2011. 03. 17,

10-2012-0071309 2012. 06. 29 KR

US 6668554 B1, 2003. 12. 30,

审查员 欧舟

(73) 专利权人 韩国地质资源研究院

地址 韩国大田广域市

(72) 发明人 千大成 朴灿 崔炳熙

(74) 专利代理机构 北京青松知识产权代理事务

所(特殊普通合伙) 11384

代理人 郑青松

(51) Int. Cl.

F24J 3/08(2006. 01)

E21B 7/00(2006. 01)

(56) 对比文件

KR 10-2010-0061641 A, 2010. 06. 08,

CN 101027480 A, 2007. 08. 29,

US 6668554 B1, 2003. 12. 30,

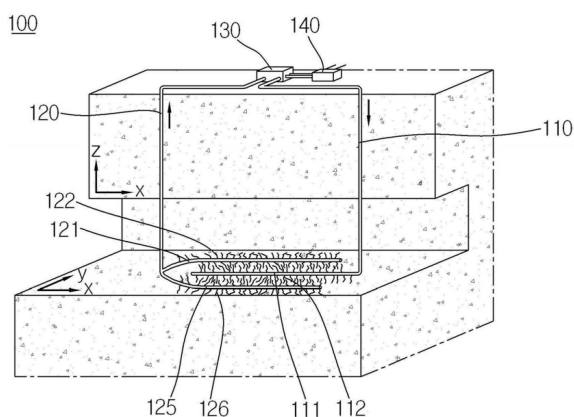
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

用于增强型地热系统的深井系统及其钻井方法

(57) 摘要

本发明相关的用于增强型地热系统(EGS)的深井系统,包括:第一深井,形成为具有第一底孔;第二深井,与所述第一深井相隔钻井,具有第二底孔与第三底孔,并使第一底孔位于所述第二及第三底孔之间;第一人工贮留层,通过液压刺激(hydraulic stimulation, hydraulic fracturing)在所述第一底孔形成;第二人工贮留层,通过液压刺激在所述第二底孔形成;及第三人工贮留层,通过液压刺激在所述第三底孔形成,并与所述第一人工贮留层及所述第二人工贮留层相互连接地形成。



1. 一种用于增强型地热系统的深井系统,包括:
 - 第一深井,形成为具有第一底孔;
 - 第二深井,与所述第一深井相隔钻井,具有第二底孔与第三底孔,并使所述第一底孔位于所述第二及第三底孔之间;
 - 第一人工贮留层,通过液压刺激在所述第一底孔形成;
 - 第二人工贮留层,通过液压刺激在所述第二底孔形成;及
 - 第三人工贮留层,通过液压刺激在所述第三底孔形成,并与所述第一人工贮留层及所述第二人工贮留层相互连接。
2. 根据权利要求1所述的用于增强型地热系统的深井系统,其特征在于,所述所述第一底孔至所述第三底孔沿水平或倾斜方向进行延长。
3. 根据权利要求1所述的用于增强型地热系统的深井系统,还包括:
 - 第四底孔,沿与所述第一底孔相异的方向或距离,从所述第二深井延长而形成,并通过液压刺激与所述第二底孔或所述第三底孔中的至少一个相连接。
4. 根据权利要求3所述的用于增强型地热系统的深井系统,还包括:
 - 第四人工贮留层,形成于所述第四底孔,通过液压刺激与所述第二人工贮留层或所述第三人工贮留层相连接。
5. 根据权利要求3所述的用于增强型地热系统的深井系统,其特征在于,所述所述第一底孔配置于,所述第二底孔与所述第三底孔所构成的平面中的所述第二底孔与所述第三底孔之间;
 - 所述第四底孔配置于,所述第二底孔与所述第三底孔所构成的平面中,所述第二底孔或所述第三底孔的外侧。
6. 一种用于增强型地热系统的深井的钻井方法,包括:
 - 形成具有第一底孔的第一深井的步骤;
 - 形成包括第二底孔及与所述第二底孔具有相异的方向的第三底孔,并使第一底孔位于所述第二底孔及所述第三底孔之间的第二深井的步骤;
 - 向所述第一底孔施加液压刺激来形成第一人工贮留层的步骤;及
 - 分别向所述第二底孔及所述第三底孔施加液压刺激来分别形成与所述第一人工贮留层相互连接的第二人工贮留层及第三人工贮留层步骤。
7. 根据权利要求6所述的用于增强型地热系统的深井的钻井方法,还包括:
 - 沿与所述第一底孔相异的方向或距离,从所述第二深井延长而形成,通过液压刺激与所述第二底孔或所述第三底孔中的至少一个相连接的第四底孔的步骤。
8. 根据权利要求7所述的用于增强型地热系统的深井的钻井方法,其特征在于,所述所述第一底孔配置于,所述第二底孔与所述第三底孔所构成的平面中的所述第二底孔与所述第三底孔之间;
 - 所述第四底孔配置于,第一底孔与所述第二底孔所构成的平面中,所述第二底孔或所述第三底孔的外侧。

用于增强型地热系统的深井系统及其钻井方法

技术领域

[0001] 本发明涉及以低成本提高地热生产力的用于增强型地热系统 (EGS) 的深井系统及其钻井方法。

背景技术

[0002] 以天然资源的侧面来讲,地热能庞大到,可以达全年整体能源消耗量的数百或数千倍的程度,因此,增强型地热系统 (Enhanced Geothermal System;EGS) 作为减少二氧化碳的排放及可持续供给的可再生能源而备受瞩目。

[0003] 增强型地热系统是改进了将高温岩体 (Hot Dry Rock ;HDR) 作为对象的技术,在温度足够却因为没有流体或渗透性低下而不存在具有发电所需流量的地热贮留层时,通过人工来提高渗透性,从而制造出可发电的系统的技术。通常,EGS 是在挖掘地下深部之后,利用强压执行液压刺激 (Hydraulic stimulation) 来生成渗透层后,将通过此人工渗透层来进行热交换的高温地热水抽到生产井并利用于发电。

[0004] 为了 EGS 的形成需要通过,选定可达到足够于发电的热源的地块;钻井高深度的地热发电用注入井 (injection well) 与生产井 (production well);通过液压刺激生成人工贮留层 (stimulated reservoir) 的过程。

[0005] 虽然地热生产量会随着人工贮留层的整体容积或裂纹长度,或者注入井或生产井的数的增加而增加,但是深井的钻井及液压刺激的费用也会剧增,因此会发生性价比降低的问题。

[0006] 设置一个注入井与一个生产井的双重 (duplet) 式的情况下 (参照图 1),注入井 12 的底孔 (downhole) 12a 与生产井 13 的底孔会根据人工贮留层 14 而相互连接,并通过地面的泵 16 及发电系统 15 而构成封闭循环。作为增加发电容量而设置多个深井的例子,三重 (triplet) 式的情况下,是通过一个注入井来供给水,并通过独立钻井的两个生产井来回收进行热交换的地热水的方式。但是,因为需要从地面钻三个井,因此存在用于钻深井及液压刺激的整体费用剧增的问题。

发明内容

[0007] (要解决的技术问题)

[0008] 本发明是鉴于上述问题而做出的,其目的在于提供用于增强型地热系统 (EGS) 的深井系统及其钻井方法,可以以低成本来提高地热生产性。(解决问题的手段)

[0009] 为了解决上述技术问题,本发明相关的用于增强型地热系统 (EGS) 的深井系统,包括:第一深井,形成为具有第一底孔;第二深井,与所述第一深井相隔钻井,具有第二底孔与第三底孔,并使第一底孔位于所述第二及第三底孔之间;第一人工贮留层,通过液压刺激 (hydraulic stimulation, hydraulic fracturing) 在所述第一底孔形成;第二人工贮留层,通过液压刺激在所述第二底孔形成;及第三人工贮留层,通过液压刺激在所述第三底孔形成,并与所述第一人工贮留层及所述第二人工贮留层相互连接地形成。

[0010] 作为本发明相关的一例,所述第一底孔至所述第三底孔可以沿水平或倾斜方向进行延长。

[0011] 作为本发明相关的一例,用于增强型地热系统 (EGS) 的深井系统,还可以包括:第四底孔,沿与所述第一底孔相异的方向或距离,从所述第一深井延长而形成,并可以通过液压刺激与所述第二底孔或所述第三底孔中的至少一个相连接。

[0012] 作为本发明相关的一例,用于增强型地热系统 (EGS) 的深井系统,还可以包括:第四人工贮留层,形成于所述第四底孔,通过液压刺激可以与所述第二人工贮留层或所述第三人工贮留层相连接。

[0013] 作为本发明相关的一例,所述第一底孔配置于,所述第二底孔与所述第三底孔所构成的平面中的所述第二底孔与所述第三底孔之间;所述第四底孔可以配置于,所述第二底孔与所述第三底孔所构成的平面中,所述第二底孔或所述第三底孔的外侧。

[0014] 此外,本发明公开用于增强型地热系统 (EGS) 的深井的钻井方法,包括:形成具有第一底孔的第一深井的步骤;形成具有包括第二底孔及与所述第二底孔具有相异的方向的第三底孔,并使第一底孔位于所述第二底孔及所述第三底孔之间的第二深井的步骤;向所述第一底孔施加液压刺激 (hydraulic stimulation) 来形成第一人工贮留层的步骤;及分别向所述第二底孔及所述第三底孔施加液压刺激来分别形成与所述第一人工贮留层相互连接的第二人工贮留层及第三人工贮留层步骤。

[0015] 作为本发明相关的一例,用于增强型地热系统 (EGS) 的深井的钻井方法,还包括:沿与所述第一底孔相异的方向或距离,从所述第一深井延长而形成可以通过液压刺激与所述第二底孔或所述第三底孔中的至少一个相连接的第四底孔的步骤。

[0016] 此时,所述第一底孔配置于,所述第二底孔与所述第三底孔所构成的平面中的所述第二底孔与所述第三底孔之间;所述第四底孔可以配置于,第一底孔与所述第二底孔所构成的平面中,所述第二底孔或所述第三底孔的外侧。

[0017] (发明的效果)

[0018] 如上所述,根据本发明相关的用于增强型地热系统 (EGS) 的深井系统及其钻井方法,因为默认为钻一个注入井与一个生产井,由此可以有效地缩减因附加钻井而导致的整体费用的增加,并且在地热生产性上,因为形成各个人工贮留层,由此具有可以确保与具备三个深井的三重 (triplet) 方式等同的地热能的效果。

附图说明

[0019] 图 1 是表示具有双重式的深井钻井结构的增强型地热系统的概念图。

[0020] 图 2 是表示具有本发明相关的深井系统 100 的增强型地热系统 (EGS) 的概念图。

[0021] 图 3 是依次表示本发明相关的用于增强型地热系统 (EGS) 的深井的钻井及连接方法的概念图。

[0022] 图 4 是表示根据本发明相关的另一例的深井系统 300 的概念图。

[0023] (附图标记说明)

[0024] 100、300:用于增强型地热系统的深井系统

[0025] 110:注入井

111:第一底孔

[0026] 112:第一人工贮留层

120:生产井

[0027]	121 :第二底孔	122 :第二人工贮留层
[0028]	125 :第三底孔	126 :第三人工贮留层
[0029]	130 :泵系统	140 :发电厂
[0030]	210、310 :第一深井	220、320 :第二深井

具体实施方式

[0031] 下面参照附图对本发明相关的用于增强型地热系统 (EGS) 的深井的形成、连接构造及其钻井方法进行详细地说明。

[0032] 图 2 是表示具有本发明相关的深井系统 100 的增强型地热系统 (EGS) 的概念图。

[0033] 本例子中公开的深井系统 100, 根据从地面向地下深部钻井的注入井 110 与生产井 120, 设置于地面上的泵系统 130 及发电厂 140 而构成封闭循环。注入井 110 与生产井 120, 分别从指定地点的地面向存在作为热源的高温岩石所在的地下深部进行钻井, 通过注入井 110 供给的水, 在地下深部的人工贮留层中进行热交换而被加热后, 向泵系统 130 抽回。

[0034] 与注入井 110 具有一个底孔相反, 生产井 120 具有沿相互相异的方向延长多个底孔。如图 2 所示, 注入井 110 包括, 在地下深部的一定位置延长的第一底孔 111, 生产井 120 包括, 在地下深部的一定位置延长的第二底孔 121 与在地下深部的第二位置延长的第三底孔 125。这种第二底孔 121 与第三底孔 125 可以在相异的深度中, 沿水平或倾斜方向延长, 或可以在相似的深度中, 沿水平或倾斜方向延长。第二底孔 121 及第三底孔 125 的延长方向或长度可以根据岩石的应力状态或地下环境而不同, 并不限定于图示的方向或深度。

[0035] 从生产井 120 延长的第二底孔 121 上, 形成有通过液压刺激而成的第二人工贮留层 122, 第三底孔 125 上, 也形成有通过液压刺激而成的第三人工贮留层 126。这种第二人工贮留层 122 及第三人工贮留层 126 的方向及相互间的距离, 与注入井 110 的第一底孔 111 上形成的第一人工贮留层 112 的位置及方向相关。注入井 110 的第一底孔 111 延长于第二底孔 121 与第三底孔 125 之间, 第一人工贮留层 112 通过液压刺激形成为, 可以与第二人工贮留层 122 及第三人工贮留层 126 相互连接的程度。关于位置方面, 注入井 110 的第一底孔 111 沿与生产井 120 的第二底孔 121 与第三底孔 125 相异的方向形成时, 沿第二底孔 121 与第三底孔 125 之间中间程度的方向形成; 沿与第二底孔 121 与第三底孔 125 相似的方向延长时, 注入井 110 的第一底孔 111 向第二底孔 121 与第三底孔 125 之间的中间距离延长形成。

[0036] 与第一人工贮留层 112 相连接的第二人工贮留层 122 及第三人工贮留层 126, 通过注入井 110 与生产井 120 形成网络。供给到注入井 110 水, 从第一人工贮留层 112 流出, 并通过第二人工贮留层 122 及第三人工贮留层 126, 从生产井 120 回收。水经过第二人工贮留层 122 至第一人工贮留层 112 的期间, 会与周围的高温岩石进行热交换来加热, 从而获得发电所需的热能。

[0037] 如上所述的深井系统, 因为默认为钻一个注入井 110 与一个生产井 120, 由此可以有效地缩减整体费用的增加, 并且在地热生产性上, 也可以确保与具备三个深井的三重 (triplet) 方式等同的地热能的效果。

[0038] 图 3 是依次表示本发明相关的用于增强型地热系统 (EGS) 的深井的钻井及连接方

法的概念图。

[0039] 为了形成深井系统,首先会在选定的指定地点向存在有高温岩石的地下深部钻第一深井 210(图 3a)。第一深井 210 的钻井作业中可以包括:在地面或一定地下的深度中具有方向性的定向钻井(directional drilling)、装管(tubing)等。之后,钻可向着热源的高温岩石的第一深井 210 的第一底孔 211。第一底孔 211 可以沿水平或倾斜方向钻井,延长方向或距离可以根据岩石的应力特性、目标地热生产容量等而决定。

[0040] 第一深井 210 的钻井完毕时,执行第二深井 220 的钻井作业。第二深井 220 可以与第一深井 210 的钻井作业同时或在第一深井 210 的钻井后形成(图 3b)。首先,第二深井 220 的一定位置中,钻对于第一底孔 211 具有一定距离的第二底孔 221。

[0041] 第二底孔 221 的钻井完毕时,与第二底孔 211 的关系中,钻第三底孔 225 来使第一底孔 211 位于中间(图 3c)。第二底孔 221 及第三底孔 225 的钻井作业也可以包括,使第一底孔 211 位于第二底孔 221 与第三底孔 225 之间而进行定向钻井(drilling)。

[0042] 第一底孔 211 至第三底孔 225 的钻井完毕时,在一定位置上设置用于水力压裂(hydraulic fracturing)或液压刺激(hydraulic stimulation)的封隔器(packers)217(图 3d)。封隔器 217 的安装完毕时,向第一底孔 211 供给高压的流体,从第一底孔 211 的壁面施加液压刺激(hydraulic stimulation;hydraulic fracturing)来形成第一人工贮留层 212。为了维持发生的裂纹状态,流体中可以包括支撑剂(proppant)。

[0043] 第一人工贮留层 212 的形成完毕时,在一定位置上设置封隔器 227,并向第二底孔 221 供给高压的流体,施加液压刺激来形成第二人工贮留层 222(图 3e)。这种第二人工贮留层 222 可以选择提高与第一人工贮留层 212 及后述的第三人工贮留层 226 的连接性并极大化热交换面积的长度或方位。

[0044] 第二人工贮留层 222 的形成完毕时,在一定位置上设置封隔器 228,并向第三底孔 225 供给高压的流体,施加液压刺激来形成第三人工贮留层 226(图 3f)。

[0045] 通过如上所述的一联的过程,完成深井系统时,会后续进行地面设备的建筑及连接作业。

[0046] 图 4 是表示根据本发明相关的另一例的深井系统 300 的概念图。

[0047] 本例子的深井系统,在第一深井 310 上形成有第一底孔 311 与第二底孔 315,第二深井 320 上形成有第三底孔 321 与第四底孔 325。这种第一深井 310 及第二深井 320,分别为从地面钻的一个井,并通过下部的底孔被分支。第一深井 310 的第一底孔 311 及第二底孔 315,错开于第二深井 320 的第三底孔 321 及第四底孔 325 进行配置,并通过液压刺激形成各自的人工贮留层 312、316、322、326。

[0048] 这种第四底孔可为多种配置。如果,第三底孔 321 在第一底孔 311 与第二底孔 315 构成的平面中,配置于第一底孔 311 与第二底孔 315 之间时,第四底孔 325 在第一底孔 311 与第二底孔 315 构成的平面中,可配置于第一底孔 311 或第二底孔 315 的外侧。

[0049] 因此,可以缩减深井的附加钻井作业,还可以使底孔错开配置,由此可以构成高效率及生产性的增强型地热系统(EGS)。此外,底孔的这种增加并不只是意味着数字的增加。即,在实施为了生成人工贮留层的水力压裂时,根据土壤的不均质性、裂缝网络(fracture network)的结构等,会导致人工贮留层的发展状况的不同,其可以用于克服没有明确的确证方法的缺点的备案。具体地说,虽然通过仪器测量作为在水力压裂发生人工裂缝时伴随

着的声音的微地震事件 (microseismic event) 来进行推算, 这作为间接性的方式虽然无法看作是明确的, 但因为没有办法可以确认发展状况的其他办法, 因此被利用着。因此, 无法准确地判断人工贮留层中注入的水的流动特性, 并且因为无法准确地判断流动特性 (渗透系数等), 无法明确地算定注入所需的合适的泵的容量与压力, 只能通过实际注入来确认流动特性。因此, 即使按照大概 10bar 的注入压力具有 30 升 / 秒的流动特性的预估来设置泵, 也无法根据实际地下的流动特性来确认实际泵的效率。此处, 将注入井分支为两个并向两侧生成人工贮留层时, 一侧会相对于另一侧形成更良好的流动特性 (一般情况下, 两个流动特性不可能相同), 由此可以缩减因地下的不确定性导致的上部泵设计时发生的费用上升。如果, 底孔分别构成一个, 并总共为两个时, 会分别设计投入到各注入井的泵, 而且这些为独立的情况较多, 此时, 各个泵的设计不符的概率很高, 与其相反, 利用一个注入井时, 上部只需要设置一个泵, 注入的水会流向流动特性更佳的一侧, 因此可以相对地提高因不确定性导致的泵的利用率。

[0050] 如上所述, 进行说明的用于增强型地热系统 (EGS) 的深井的形成、连接构造及其钻井方法的应用不限定于所说明的实施例的构成与方法。所述实施例, 其构成可以通过各个实施例的全部或部分选择性地组合来实现多种变形。

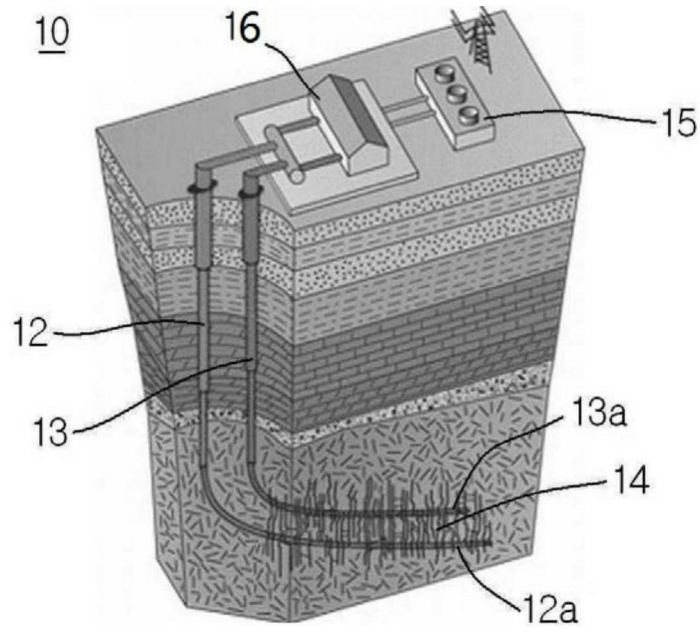


图 1

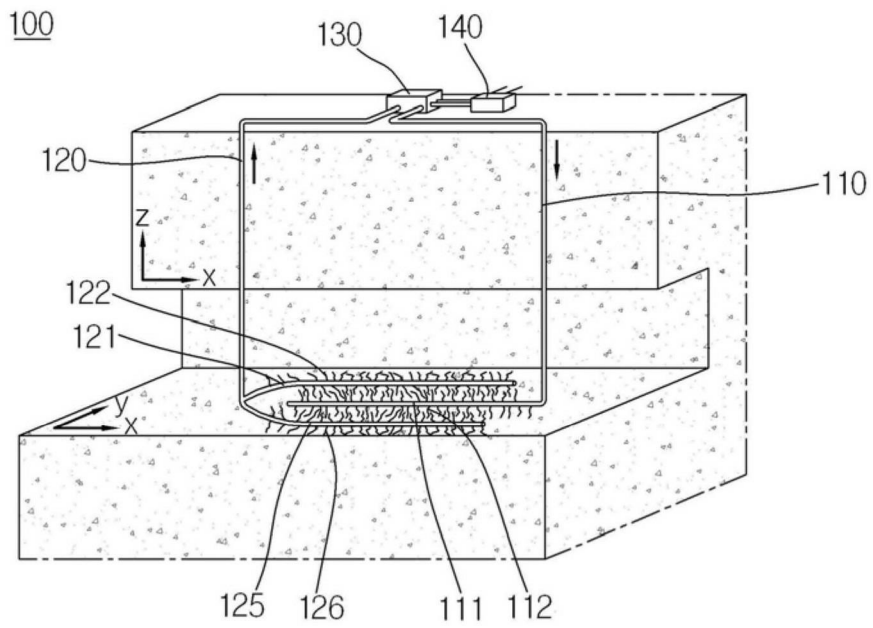


图 2

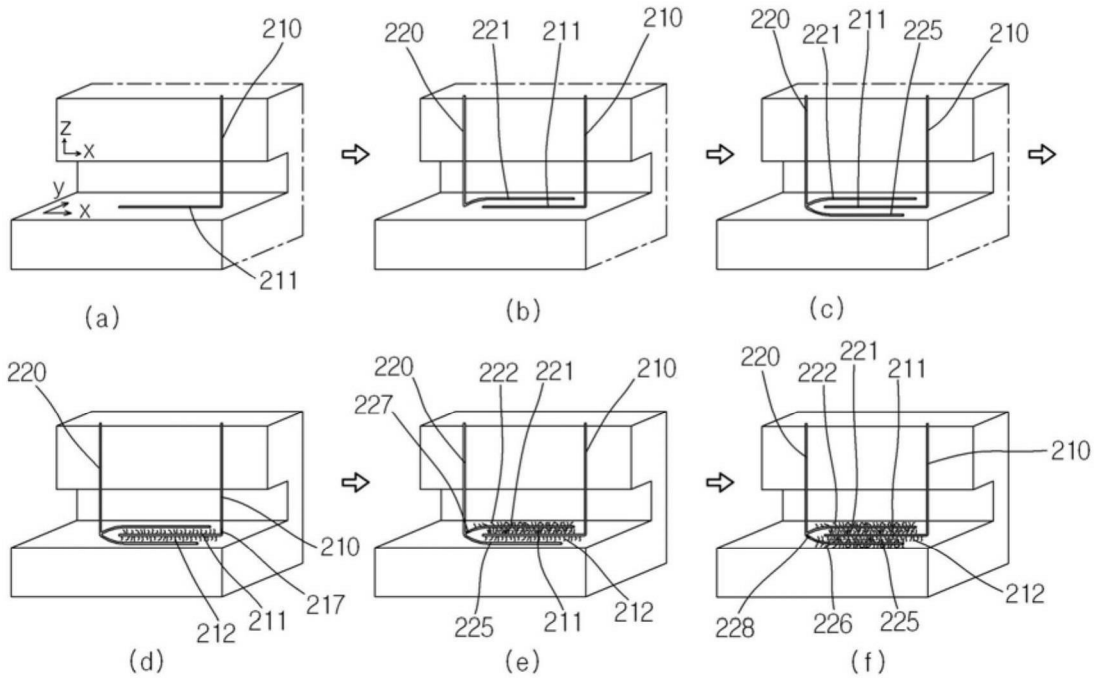


图 3

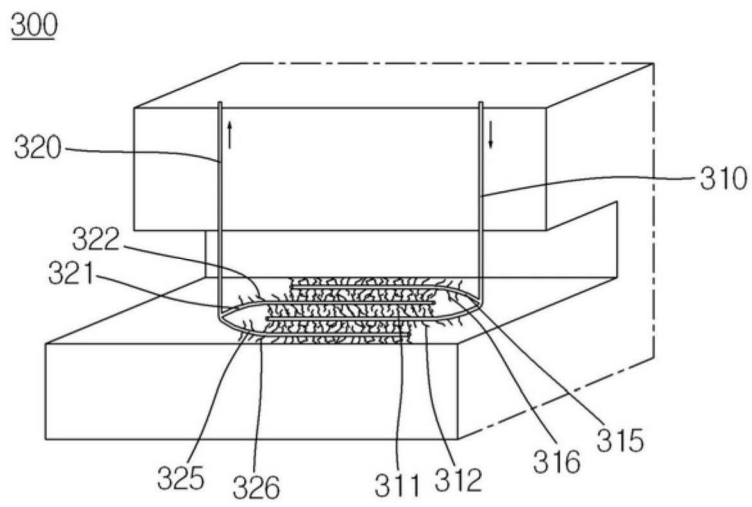


图 4