



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116816310 A

(43) 申请公布日 2023. 09. 29

(21) 申请号 202311041208.3

(22) 申请日 2023.08.18

(71) 申请人 西南石油大学

地址 610500 四川省成都市新都区新都大道8号

(72) 发明人 高素娟 李海涛 杜昊 聂松
崔小江

(51) Int. Cl.

E21B 43/12 (2006.01)

E21B 34/06 (2006.01)

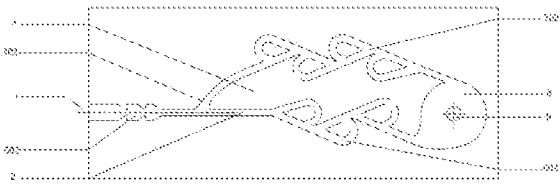
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

一种基于Tesla阀的井下流道式择流控制器

(57) 摘要

本发明公开了一种基于Tesla阀的井下流道式择流控制器,它包括:入流口、出流口、康达块、冲击流道、择流流道、Tesla型级数可选的轻阻流道、Tesla型级数可选的增阻流道、汇流旋流增阻腔;本发明装置通过康达块发挥附壁效应,通过冲击流道放大水的惯性作用,实现油、气和水选择择流流道后分别进入Tesla型级数可选的轻阻流道和Tesla型级数可选的增阻流道,从而在实现流体选择最佳路径的同时,发挥Tesla阀在正向流动阻力小于反向流动阻力的流体二极管特性,保证各流道之间的流动阻力处于一个相对于平衡的状态,实现控水稳油畅气的目的。本发明装置适用于产水气藏和产水油藏中的控水、阻水,解决出水/产水问题。



1. 一种基于Tesla阀的井下流道式择流控制器,其特征在于,包括入流口、出流口、康达块、冲击流道、择流流道、Tesla型级数可选的轻阻流道、Tesla型级数可选的增阻流道、汇流旋流增阻腔;

所述冲击流道液体流入方向的流道与所述入流口连接,流出方向的流道与所述择流流道连接;

所述择流流道包含择流主流道与择流支流道或择流主流道与沿程择流转换流道;

所述择流主流道与所述择流支流道之间或所述择流主流道与所述沿程择流转换流道之间存在一个小于或等于90度的角度;

所述Tesla型级数可选的增阻流道由所述择流流道的择流主流道进行连接;

所述Tesla型级数可选的轻阻流道由所述择流流道的择流支流道或所述择流流道的沿程择流转换流道进行连接;

所述康达块将所述择流流道划分为择流主流道和择流支流道(或沿程择流转换流道),实现所述Tesla型级数可选的轻阻流道与所述Tesla型级数可选的增阻流道分流和分相;

所述Tesla型级数可选的增阻流道与所述冲击流道在流动方向上与所述入流口的方向一致;

所述Tesla型级数可选的轻阻流道与所述Tesla型级数可选的增阻流道通过所述汇流旋流增阻腔进行汇流;

所述出流口位于所述汇流旋流增阻腔内,并通过所述出流口将所述一种基于Tesla阀的井下流道式择流控制器进行贯通;

其中,所述Tesla型级数可选的轻阻流道呈Tesla阀的正向流动(阻力小)时的排布方式;

其中,所述Tesla型级数可选的增阻流道呈Tesla阀的反向流动(阻力大)时的排布方式;

其中,所述Tesla型级数可选的轻阻流道的级数为 n 级,或 $n+i$ 级,或 $n-i$ 级($n>i, n, i=1, 2, 3, \dots$);所述Tesla型级数可选的增阻流道的级数为 n 级,或 $n+i$ 级,或 $n-i$ 级($n>i, n, i=1, 2, 3, \dots$);

其中,所述Tesla型级数可选的轻阻流道的级数与所述Tesla型级数可选的增阻流道的级数的组合为同为 n 级,或分别是 n 级与 $n+i$ 级组合,或分别是 n 级与 $n-i$ 级组合($n>i, n, i=1, 2, 3, \dots$)。

2. 根据权利要求1所述的一种基于Tesla阀的井下流道式择流控制器,其特征在于,所述Tesla型级数可选的轻阻流道的排布方式呈线型排布或曲线型排布。

3. 根据权利要求1所述的一种基于Tesla阀的井下流道式择流控制器,其特征在于,所述Tesla型级数可选的增阻流道的排布方式呈线型排布或曲线型排布。

4. 根据权利要求1所述的一种基于Tesla阀的井下流道式择流控制器,其特征在于,所述Tesla型级数可选的轻阻流道与所述Tesla型级数可选的增阻流道的连接关系为并联连接。

5. 根据权利要求1所述的一种基于Tesla阀的井下流道式择流控制器,其特征在于,所述Tesla型级数可选的轻阻流道与所述Tesla型级数可选的增阻流道的位置关系为线

性位置关系或平行位置关系。

6. 根据权利要求1所述的一种基于Tesla阀的井下流道式择流控制器,其特征在于,所述冲击流道为直流冲击流道,或射流加速冲击流道。

7. 根据权利要求1所述的一种基于Tesla阀的井下流道式择流控制器,其特征在于,所述一种基于Tesla阀的井下流道式择流控制器以凹槽的形式为流体提供流动通道。

一种基于Tesla阀的井下流道式择流控制器

技术领域

[0001] 本发明涉及油气田开发技术领域一种可以实现控水稳油畅气的流道型流入控制装置,利用油、气、水之间的物性差异,以及Tesla阀在正向流动阻力小于反向流动阻力的流体二极管特性,发明了一种可以引导更多不期望的流体,如水进入流动阻力较大的通道,引导期望的流体,如气体或油进入阻力较小的通道,从而限制水的产出的同时,实现提高产水油田或产水气田的采油率和采气率的择流控制器,特别是一种基于Tesla阀的井下流道式择流控制器。

背景技术

[0002] 油气藏开发过程中,产水气藏和产水油藏中的出水问题是造成气藏和油藏减产,采收率降低的重要原因,行业内的学者专家针对产水问题进行了各种有针对性的控水/阻水/治水措施,其中,当前阶段一种高效、低风险的治水技术,尤其是在油藏治水方面非常有效的治水技术为AICD控水技术,且流道式AICD控水技术是专家学者研究的热点,但在众多流道式AICD控水工具中,如何实现油、气、水有效的选择适合自身流体物性的流动路径依旧是重点和难点,因为有效的选择适合自身物性的流动路径,决定着可以在更大程度上实现增产和创收,这对油气行业来说是重中之重。从流道式AICD控水工具工作原理和设计思路,众多专家学者更倾向于寻找一种能够在更大程度上增加水的流动阻力,限制更多水的产出的同时,寻找一种能够在更小程度上较小油和气的流动阻力,增大的气和水的产出的控水工具。但多路径流道式AICD会在流体选择最佳路径的同时,保证各流道之间的流动阻力处于一个相对于平衡的状态,但这对于大多数学者专家在设计流道式AICD控水工具,更好的实现流道式AICD控水工具的控水效果方面存在挑战。

[0003] Tesla阀的作用和功能类似于流体二极管,在正向流动时的结构比反向流动时的结构更容易实现流体的通过,即正向流动阻力小于反向流动阻力。目前Tesla阀在油气行业的应用相对较少。

[0004] 因此,针对上述流体对流道式AICD控水工具流动路径的选择问题,以及实现多流动路径上的阻力平衡问题,本发明提供了一种基于Tesla阀的井下流道式择流控制器,可以油、气、水的择流,达到控水稳油畅气的目的。

发明内容

[0005] 本发明目的在于发明一种能够在更大程度上增加水的流动阻力,限制更多水的产出的同时,在更小程度上较小油和气的流动阻力,增大的气和水的产出的择流控制器,实现流体选择最佳路径的同时,保证各流道之间的流动阻力处于一个相对于平衡的状态。

[0006] 为实现上述目的,本发明采用的技术方案是:一种基于Tesla阀的井下流道式择流控制器,其特征在于,包括入流口、出流口、康达块、冲击流道、择流流道、Tesla型级数可选的轻阻流道、Tesla型级数可选的增阻流道、汇流旋流增阻腔。其中,冲击流道液体流入方向的流道与入流口连接,流出方向的流道与择流流道连接;择流流道包含择流主流道与

择流支流道或择流主流道与沿程择流转换流道,且择流主流道与择流支流道之间或择流主流道与沿程择流转换流道之间存在一个小于或等于90度的角度。Tesla型级数可选择的增阻流道由择流流道的择流主流道进行连接;Tesla型级数可选择的轻阻流道由择流流道的择流支流道或择流流道的沿程择流转换流道进行连接。康达块将择流流道划分为择流主流道和择流支流道或沿程择流转换流道,实现所述Tesla型级数可选择的轻阻流道与Tesla型级数可选择的增阻流道分流和分相。Tesla型级数可选择的增阻流道与冲击流道在流动方向上与入流口的方向一致;Tesla型级数可选择的轻阻流道与Tesla型级数可选择的增阻流道通过汇流旋流增阻腔进行汇流;出口位于汇流旋流增阻腔内,并通过出口将一种基于Tesla阀的井下流道式择流控制器进行贯通。其中,Tesla型级数可选择的轻阻流道呈Tesla阀的正向流动(阻力小)时的排布方式;Tesla型级数可选择的增阻流道呈Tesla阀的反向流动(阻力大)时的排布方式。其中,Tesla型级数可选择的轻阻流道的级数为 n 级,或 $n+i$ 级,或 $n-i$ 级($n>i, n, i=1, 2, 3, \dots$);Tesla型级数可选择的增阻流道的级数为 n 级,或 $n+i$ 级,或 $n-i$ 级($n>i, n, i=1, 2, 3, \dots$);Tesla型级数可选择的轻阻流道的级数与Tesla型级数可选择的增阻流道的级数的组合为同为 n 级,或分别是 n 级与 $n+i$ 级组合,或分别是 n 级与 $n-i$ 级组合($n>i, n, i=1, 2, 3, \dots$)。

[0007] 优选地,Tesla型级数可选择的轻阻流道与Tesla型级数可选择的增阻流道的排布方式呈线型排布或曲线型排布。

[0008] 优选地,Tesla型级数可选择的轻阻流道与Tesla型级数可选择的增阻流道的连接关系为并联连接,位置关系为线性位置关系或平行位置关系。

[0009] 优选地,冲击流道为直流冲击流道,或射流加速冲击流道。

[0010] 优选地,一种基于Tesla阀的井下流道式择流控制器以凹槽的形式为流体提供流动通道。

[0011] 本发明的有益效果:本发明的一种基于Tesla阀的井下流道式择流控制器,可以实现控水稳油畅气的流道型流入控制装置,利用油、气、水之间的物性差异,以及Tesla阀在正向流动阻力小于反向流动阻力的流体二极管特性,能够在更大程度上增加水的流动阻力,限制更多水的产出的同时,在更小程度上较小油和气的流动阻力,增大的气和水的产出的择流控制器,实现流体选择最佳路径的同时,保证各流道之间的流动阻力处于一个相对于平衡的状态。有助于解决当前众多流道式AICD控水工具中实现油、气、水有效的选择适合自身流体物性的流动路径的重点和难点问题。

附图说明

[0012] 图1为六级Teals阀的形状和连接排布形式示意图。

[0013] 图2为本发明的一种基于Tesla阀的井下流道式择流控制器第一实施例的示意性平面图。

[0014] 图3为本发明的一种基于Tesla阀的井下流道式择流控制器第二实施例的示意性平面图。

[0015] 图中,1-入流口,2-择流主流道,301-沿呈择流转换流道,302-择流支流道,4-康达块,501-直流冲击流道,502-射流加速冲击流道,601-三级Tesla型增阻流道,602-三级Tesla型重阻平行流道,701-三级Tesla型轻阻流道,702-四级Tesla型轻阻平行流道,8-汇

流旋流增阻腔,9-出口。

具体实施方式

[0016] 下面结合附图1、图2、图3和第一实施例、第二实施例对本发明进一步说明。

[0017] 结合图1、图2所示,本发明第一实施例提供了一种基于Tesla阀的井下流道式择流控制器,其可以包括:入流口1、择流主流道2、沿程择流转换流道301、康达块4、直流冲击流道501、三级Tesla型增阻流道601、三级Tesla型轻阻流道701、汇流旋流增阻腔8、出口9。

[0018] 图2所示直流冲击流道501与三级Tesla型增阻流道601在流动方向上与入流口1的方向一致;康达块4将择流流道划分为择流主流道2和沿程择流转换流道301,实现三级Tesla型轻阻流道701与三级Tesla型增阻流道601的分流和分相;其中,三级Tesla型轻阻流道701与三级Tesla型增阻流道601通过汇流旋流增阻腔8进行汇流;出口9位于所述汇流旋流增阻腔8内,并通过出口9将一种基于Tesla阀的井下流道式择流控制器进行贯通;

[0019] 其中,Tesla型级数可选择的轻阻流道可以为 n 级, $n+i$ 级, $n-i$ 级($n>i, n, i=1, 2, 3, \dots$),当 $n=3$ 时,呈现为图2所示的三级Tesla型轻阻流道701,Tesla型级数可选择的轻阻流道的排布方式如图1所示,可以呈Tesla阀的正向流动(阻力小)时的排布方式(a)、(b)、(c)形式;其中,Tesla型级数可选择的增阻流道可以为 n 级, $n+i$ 级, $n-i$ 级($n>i, n, i=1, 2, 3, \dots$),当 $n=3$ 时,呈现为图2所示的三级Tesla型增阻流道601,Tesla型级数可选择的增阻流道的排布方式如图1所示,可以呈Tesla阀的反向流动(阻力大)时的排布方式(a)、(b)、(c)形式。

[0020] Tesla型级数可选择的轻阻流道与Tesla型级数可选择的增阻流道的两种流道可以同为 n 级,可以分别是 n 级与 $n+i$ 级组合,可以分别是 n 级与 $n-i$ 级组合($n>i, n, i=1, 2, 3, \dots$),当 $n=3$ 时,呈现为如图2所示的三级Tesla型轻阻流道701与三级Tesla型增阻流道601同为3级。

[0021] Tesla型级数可选择的轻阻流道与Tesla型级数可选择的增阻流道的排布方式可以呈线型排布,如图1所示,也可不规则曲线型排布。图2所示的三级Tesla型轻阻流道701与三级Tesla型增阻流道601呈线型排布。从Tesla型级数可选择的轻阻流道与Tesla型级数可选择的增阻流道的连接关系为并联连接,图2所示的三级Tesla型轻阻流道701与三级Tesla型增阻流道601分别由沿程择流转换流道301与择流主流道2进行衔接,实现并联连接,图2所示的三级Tesla型轻阻流道701与三级Tesla型增阻流道601在位置关系为线性位置关系。

[0022] 实施例一的具体工作过程为:图2所示的第一实施例的一种基于Tesla阀的井下流道式择流控制器以凹槽的形式为流体提供流动通道,冲击流道为直流冲击流道501,择流流道包含择流主流道2和沿程择流转换流道301。当油、气、水等液体由入流口1流入后,液体首先进入直流冲击流道501,水由于密度大,惯性大,大部分的水会沿当前流道冲击进入择流主流道2,并进入三级Tesla型增阻流道601,由于Tesla型级数可选择的增阻流道呈Tesla阀的反向流动(阻力大)时的排布方式,对于流入的水会产生更大的流动阻力,限制更多的水进入第一实施例的一种基于Tesla阀的井下流道式择流控制器,而进入三级Tesla型增阻流道601经过流动后会进入汇流旋流增阻腔8,并在汇流旋流增阻腔8内进行多次旋流才能最终由出口9排出,需要经历多次增阻限流过程;而油或水在流经直流冲击流道501后,由于油的黏度大,气体密度小,黏度小的特点,在康达块4的附壁效应的作用下,将大部分的油或

气引导进入沿程择流转换流道301,进入三级Tesla型轻阻流道701,由于Tesla型级数可选择的轻阻流道呈Tesla阀的正向流动(阻力小)时的排布方式,对于流入的油或气会产生的流动阻力相对于呈Tesla阀的正向流动(阻力小)时的排布方式的Tesla型级数可选择的增阻流道产生的流动阻力小的多,从而会引导更多的水进入第一实施例的一种基于Tesla阀的井下流道式择流控制器的Tesla型级数可选择的轻阻流道,汇聚到汇流旋流增阻腔8内的油由于黏度大,不会产生多次旋流,气由于密度小,也不会产生汇流旋流增阻腔8内产生过多的旋流,都会更容易进入出流口9后被排出。通过本发明的上述第一实施例,可以实现油、气、水在路径上的选择,已经更大程度上对水的限制,从而实现控水稳油畅气的目的。

[0023] 结合图1、图3所示,本发明第二实施例提供了一种基于Tesla阀的井下流道式择流控制器,其可以包括:入流口1、择流主流道2、择流支流道302、康达块4、射流加速冲击流道502、三级Tesla型重阻平行流道602、四级Tesla型轻阻平行流道702、汇流旋流增阻腔8、出流口9。

[0024] 图3所示射流加速冲击流道502与三级Tesla型重阻平行流道602在流动方向上与入流口1的方向一致;康达块4将择流流道划分为择流主流道2和择流支流道302,实现四级Tesla型轻阻平行流道702与三级Tesla型重阻平行流道602的分流和分相;其中,四级Tesla型轻阻平行流道702与三级Tesla型重阻平行流道602通过汇流旋流增阻腔8进行汇流;出流口9位于所述汇流旋流增阻腔8内,并通过出流口9将一种基于Tesla阀的井下流道式择流控制器进行贯通;

[0025] 其中,Tesla型级数可选择的轻阻流道可以为 n 级, $n+i$ 级, $n-i$ 级($n>i$, $n,i=1,2,3,\dots$),当 $n=4$ 时,呈现为图3所示的四级Tesla型轻阻平行流道702,Tesla型级数可选择的轻阻流道的排布方式如图1所示,可以呈Tesla阀的正向流动(阻力小)时的排布方式(a)、(b)、(c)形式;其中,Tesla型级数可选择的增阻流道可以为 n 级, $n+i$ 级, $n-i$ 级($n>i$, $n,i=1,2,3,\dots$),当 $n=3$ 时,呈现为图3所示的三级Tesla型重阻平行流道602,Tesla型级数可选择的增阻流道的排布方式如图1所示,可以呈Tesla阀的反向流动(阻力大)时的排布方式(a)、(b)、(c)形式。

[0026] Tesla型级数可选择的轻阻流道与Tesla型级数可选择的增阻流道的两种流道可以同为 n 级,可以分别是 n 级与 $n+i$ 级组合,可以分别是 n 级与 $n-i$ 级组合($n>i$, $n,i=1,2,3,\dots$),当Tesla型级数可选择的轻阻流道与Tesla型级数可选择的增阻流道的两种流道分别是4级与3级组合时,呈现为如图3所示的四级Tesla型轻阻平行流道702与三级Tesla型重阻平行流道602,分别为4级和3级。

[0027] Tesla型级数可选择的轻阻流道与Tesla型级数可选择的增阻流道的排布方式可以呈线型排布,如图1所示,也可不规则曲线型排布。图3所示的四级Tesla型轻阻平行流道702与三级Tesla型重阻平行流道602呈线型排布。从Tesla型级数可选择的轻阻流道与Tesla型级数可选择的增阻流道的的连接关系为并联连接,图3所示的四级Tesla型轻阻平行流道702与三级Tesla型重阻平行流道602分别由择流支流道302与择流主流道2进行衔接,实现并联连接。图3所示的四级Tesla型轻阻平行流道702与三级Tesla型重阻平行流道602的位置关系为平行位置关系。

[0028] 实施例二的具体工作过程为:图3所示的第二实施例的一种基于Tesla阀的井下流道式择流控制器以凹槽的形式为流体提供流动通道,冲击流道为射流加速冲击流道502,择

流流道包含择流主流道2和择流支流道302。当油、气、水等液体由入流口1流入后,液体首先进入射流加速冲击流道502,水由于密度大,惯性大,大部分的水会沿当前流道冲击进入择流主流道2,并进入三级Tesla型重阻平行流道602,由于Tesla型级数可选择的增阻流道呈Tesla阀的反向流动(阻力大)时的排布方式,对于流入的水会产生更大的流动阻力,限制更多的水进入第二实施例的一种基于Tesla阀的井下流道式择流控制器,而进入三级Tesla型重阻平行流道602经过流动后会进入汇流旋流增阻腔8,并在汇流旋流增阻腔8内进行多次旋流才能最终由出口9排出,需要经历多次增阻限流过程;而油或水在流经射流加速冲击流道502后,由于油的黏度大,气体密度小,黏度小的特点,在康达块4的附壁效应的作用下,将大部分的油或气引导进入择流支流道302,进入四级Tesla型轻阻平行流道702,由于Tesla型级数可选择的轻阻流道呈Tesla阀的正向流动(阻力小)时的排布方式,对于流入的油或气会产生的流动阻力相对于呈Tesla阀的正向流动(阻力小)时的排布方式的Tesla型级数可选择的增阻流道产生的流动阻力小的多,从而会引导更多的水进入第二实施例的一种基于Tesla阀的井下流道式择流控制器的Tesla型级数可选择的轻阻流道,汇聚到汇流旋流增阻腔8内的油由于黏度大,不会产生多次旋流,气由于密度小,也不会产生汇流旋流增阻腔8内产生过多的旋流,都会更容易进入出口9后被排出。通过本发明的上述第二实施例,可以实现油、气、水在路径上的选择,已经更大程度上对水的限制,从而实现控水稳油畅气的目的。

[0029] 虽然本文所揭露的实施方式如上,但所述的内容仅为便于理解本文而采用的实施方式,并非用以限定本文。任何本文所属领域内的技术人员,在不脱离本文所揭露的精神和范围的前提下,可以在实施的形式及细节上进行任何的修改与变化,但本文的专利保护范围,仍须以所附的权利要求书所界定的范围为准。

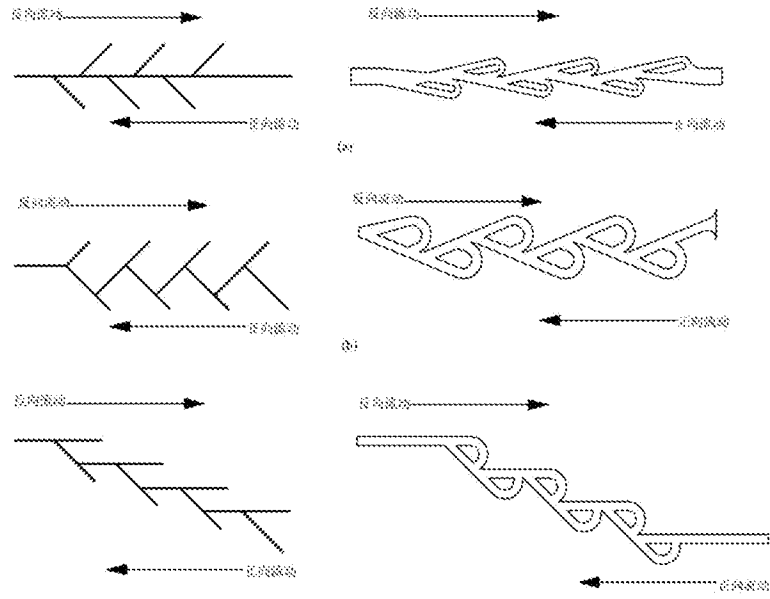


图1

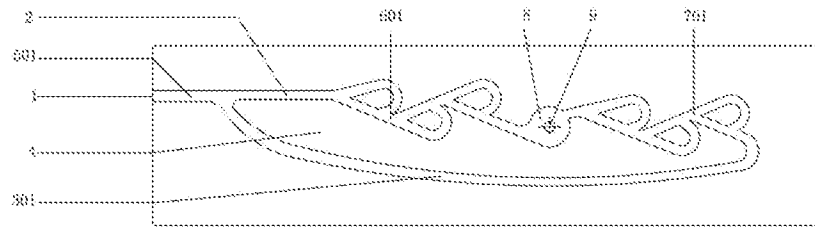


图2

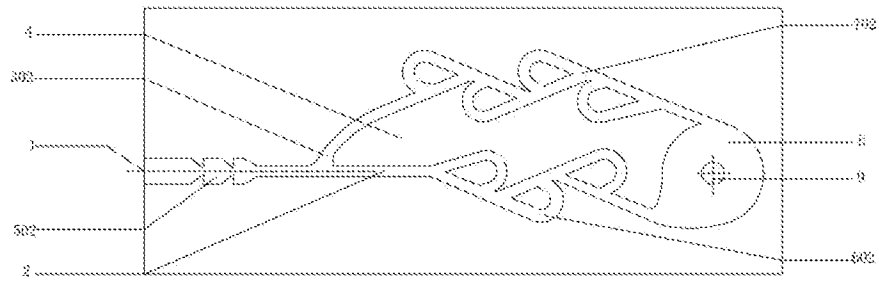


图3