



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105180212 B

(45)授权公告日 2017.06.16

(21)申请号 201510556460.7

审查员 黄泽浩

(22)申请日 2015.09.02

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105180212 A

(43)申请公布日 2015.12.23

(73)专利权人 中国人民解放军国防科学技术大学

地址 410073 湖南省长沙市开福区德雅路
109号

(72)发明人 孙明波 蔡尊 王振国

(74)专利代理机构 长沙智嵘专利代理事务所
43211

代理人 黄子平

(51)Int.Cl.

F23R 3/26(2006.01)

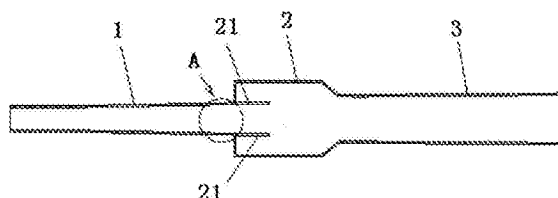
权利要求书1页 说明书5页 附图5页

(54)发明名称

超燃冲压发动机燃烧室

(57)摘要

本发明公开了一种超燃冲压发动机燃烧室,包括依次连通的喷注段、后缘突扩型凹腔、以及膨胀段,喷注段上设有燃料喷孔,超燃冲压发动机燃烧室还包括在后缘突扩型凹腔的前缘设置用以减小上游壁面燃料喷注被剪切层带入凹腔的量的导流板。在本发明的燃烧室中,带有导流板的后缘突扩型凹腔,使得上游壁面燃料横向喷注不直接被剪切层带入凹腔,并且通过调整导流板的横向间距,改变进入凹腔的燃料质量流量,从而做到凹腔内部与外部燃料当量比分配的优化,提高凹腔内的点火性能,改善凹腔的火焰稳定能力。



1. 一种超燃冲压发动机燃烧室,包括依次连通的喷注段(1)、后缘突扩型凹腔(2)、以及膨胀段(3),所述喷注段(1)上设有燃料喷孔(11),其特征在于,所述超燃冲压发动机燃烧室还包括在所述后缘突扩型凹腔(2)的前缘设置用以减小上游壁面燃料喷注被剪切层带入凹腔的量的导流板(21)。

2. 根据权利要求1所述的超燃冲压发动机燃烧室,其特征在于,所述导流板(21)与所述喷注段(1)壁面的延伸方向间形成倾角。

3. 根据权利要求2所述的超燃冲压发动机燃烧室,其特征在于,所述导流板(21)的倾角角度的范围在 $0^{\circ}\sim 4^{\circ}$ 之间。

4. 根据权利要求1所述的超燃冲压发动机燃烧室,其特征在于,所述导流板(21)为多个,所述导流板(21)之间按照预定间距设置。

5. 根据权利要求4所述的超燃冲压发动机燃烧室,其特征在于,所述燃烧室为矩形截面燃烧室。

6. 根据权利要求5所述的超燃冲压发动机燃烧室,其特征在于,多个所述导流板(21)包括自所述喷注段(1)末端的顶壁向所述后缘突扩型凹腔(2)延伸的第一排导流板(21)和自所述喷注段(1)末端的底壁向所述后缘突扩型凹腔(2)延伸的第二排导流板(21)。

7. 根据权利要求4所述的超燃冲压发动机燃烧室,其特征在于,所述燃烧室为圆形截面燃烧室。

8. 根据权利要求7所述的超燃冲压发动机燃烧室,其特征在于,所述导流板(21)自所述喷注段(1)末端向所述后缘突扩型凹腔(2)内延伸,多个所述导流板(21)呈环形间隔设置。

9. 根据权利要求4所述的超燃冲压发动机燃烧室,其特征在于,所述导流板(21)设置在对应所述燃料喷孔(11)的流向的位置上。

10. 根据权利要求1所述的超燃冲压发动机燃烧室,其特征在于,所述导流板(21)的设置条件满足:在所述导流板(21)所覆盖的凹腔区域形成回流区。

超燃冲压发动机燃烧室

技术领域

[0001] 本发明涉及发动机燃烧控制领域,特别地,涉及一种超燃冲压发动机燃烧室。

背景技术

[0002] 凹腔火焰稳定器目前广泛应用于超燃冲压发动机燃烧室中。超声速气流流过凹腔会在凹腔内形成回流区,能够使火焰始终驻留在其中,并作为新的火源持续点燃上游来的燃料,从而实现火焰稳定。凹腔在超声速燃烧室中可集燃料喷注、混合增强及火焰稳定作用于一身,在提高超燃冲压发动机性能方面发挥了重要的作用。

[0003] 目前工程中常见的燃料喷注/点火/火焰稳定/冷却一体化凹腔,它包含了燃料喷注、点火、火焰稳定一体化,以凹腔作为基本构型,在凹腔上游或/与底部喷注燃料,火炬/等离子体点火器也装在凹底部。

[0004] 公开号CN101435586的中国专利文献公开了一种新型台阶\凹腔复合喷射结构的超声速燃烧室方案,主要是在燃烧室台阶及燃烧室凹腔前增加燃料喷嘴,共同用于燃烧室内的燃料喷射和使用,这个发明主要是用于促进燃料和空气的充分混合,保证在超声速气流的燃料的点火以及稳定燃烧。

[0005] 虽然,目前的凹腔设计已经具有大量的结构形式,对应的燃料喷射也有多种方案。但是,适用于宽范围马赫数的凹腔方案只有两种,一是采用多凹腔的组合形式,结合燃料喷注随着马赫数的变化调节释热区域,但是多凹腔的总压损失大,内阻大,并且多凹腔的热防护问题难以解决。二是采用机械可调装置,随着马赫数的变化调节燃烧室型面,但这种方案由于其复杂性目前难以适用。

[0006] 采用后缘突扩构型凹腔燃烧室,其流动特性,特别是凹腔剪切层的发展特性发生了很大变化,剪切层倾斜,使得上游来流与凹腔内部质量以及动量交换剧烈,非常容易发生燃料随倾斜剪切层进入凹腔过多、导致凹腔内富油并出现点火困难、熄火的问题,不利于凹腔内的点火以及稳定燃烧,不适合在宽马赫数范围内工作。

发明内容

[0007] 本发明的目的在于提供一种适合在宽马赫数范围内工作的超燃冲压发动机燃烧室。

[0008] 本发明采用的技术方案如下:

[0009] 一种超燃冲压发动机燃烧室,包括依次连通的喷注段、后缘突扩型凹腔、以及膨胀段,喷注段上设有燃料喷孔,超燃冲压发动机燃烧室还包括在后缘突扩型凹腔的前缘设置用以减小上游壁面燃料喷注被剪切层带入凹腔的量的导流板。

[0010] 进一步地,导流板与喷注段壁面的延伸方向间形成倾角。

[0011] 进一步地,导流板的倾角角度的范围在 $0^{\circ}\sim 4^{\circ}$ 之间。

[0012] 进一步地,导流板为多个,导流板之间按照预定间距设置。

[0013] 进一步地,燃烧室为矩形截面燃烧室。

[0014] 进一步地,多个导流板包括自喷注段末端的顶壁向后缘突扩型凹腔延伸的第一排导流板和自喷注段末端的底壁向后缘突扩型凹腔延伸的第二排导流板。

[0015] 进一步地,燃烧室为圆形截面燃烧室。

[0016] 进一步地,导流板自喷注段末端向后缘突扩型凹腔内延伸,多个导流板呈环形间隔设置。

[0017] 进一步地,导流板设置在对应燃料喷孔的流向的位置上。

[0018] 进一步地,导流板的设置条件满足:在导流板所覆盖的凹腔区域形成回流区。

[0019] 本发明具有以下有益效果:

[0020] 在本发明的燃烧室中,带有导流板的后缘突扩型凹腔,使得上游壁面燃料横向喷注不直接被剪切层带入凹腔,并且通过调整导流板的横向间距,改变进入凹腔的燃料质量流量,从而做到凹腔内部与外部燃料当量比分配的优化,提高凹腔内的点火性能,改善凹腔的火焰稳定能力。

[0021] 除了上面所描述的目的、特征和优点之外,本发明还有其它的目的、特征和优点。下面将参照图,对本发明作进一步详细的说明。

附图说明

[0022] 构成本申请的一部分的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。在附图中:

[0023] 图1是本发明实施例一超燃冲压发动机燃烧室的立体结构示意图;

[0024] 图2是图1所示燃烧室的主视结构图;

[0025] 图3是图1所示燃烧室的右视图;

[0026] 图4是图2所示燃烧室的A-A剖视图;

[0027] 图5是图1所示燃烧室的俯视结构图;

[0028] 图6是图5所示燃烧室的B-B剖视图;

[0029] 图7是图6所示燃烧室的局部A放大示意图;

[0030] 图8是带导流板的凹腔的燃料分布示意图;

[0031] 图9是不带导流板的凹腔的燃料分布示意图;

[0032] 图10是本发明优选实施例二超燃冲压发动机燃烧室的立体结构示意图;

[0033] 图11是图10燃烧室的主视结构图;

[0034] 图12是图10所示燃烧室的右视图;

[0035] 图13是图11所示燃烧室的C-C剖视图;

[0036] 图14是图13所示燃烧室的局部B放大示意图;

[0037] 图15是四种不同凹腔内的速度流线示意图;

[0038] 图16是图15所示的四种不同凹腔对应的数值纹影图;以及

[0039] 图17是本发明优选实施例导流板的倾角示意图。

[0040] 附图标记说明:

[0041] 1、喷注段;2、后缘突扩型凹腔;

[0042] 3、膨胀段;21、导流板;

[0043] 11、燃料喷孔。

具体实施方式

[0044] 以下结合附图对本发明的实施例进行详细说明。

[0045] 图1至图7示出了矩形截面的后缘突扩型凹腔燃烧室的结构。如图1至图7所示,本实施例超燃冲压发动机燃烧室包括喷注段1、后缘突扩型凹腔2、以及膨胀段3,该喷注段1上沿横向设有一组燃料喷孔11,还包括在后缘突扩型凹腔2前缘设置的导流板21,以控制剪切层的发展形态。

[0046] 通过在后缘突扩型凹腔2前缘设置导流板21,可使得上游壁面燃料横向喷注不直接被剪切层带入凹腔,降低凹腔上游燃料喷注卷吸量,同时在凹腔的回流区内形成了一个局部高温高压燃料充足的覆盖区域,为超声速来流条件下的点火起到强化促进作用。

[0047] 上述带导流板的后缘突扩型凹腔燃烧室,能够改变了燃料随剪切层的输运过程,从而起到增强凹腔点火及火焰稳定能力的效果,满足了在宽马赫数范围内工作的要求。相对于多凹腔燃烧室实现宽马赫数范围工作的方案,本发明的燃烧室具有流动损失小、热防护难度小的优点。

[0048] 另外,导流板21使得凹腔前缘的空间有所减小,从而在高的马赫数条件下有助于反压逆传,可以促进喷注的穿透深度并进一步改善高马赫数条件下的燃烧。

[0049] 本发明的凹腔燃烧室能够适应Ma4飞行条件下产生的高反压,衔接流道面积比的变化、增强燃烧区抵抗反压的能力。

[0050] 在本发明中,剪切层的发展形态改变可通过改变导流板的倾角、宽度及长度来实现。

[0051] 再如图3和图4所示,在本发明的优选实施例中,导流板的数量至少为两个,多个导流板之间按照预定间距设置。

[0052] 通过调整导流板的横向间距,改变进入凹腔的燃料质量流量,从而做到凹腔内部与外部燃料当量比分配的优化,提高凹腔内的点火性能,改善凹腔的火焰稳定能力,并且进一步提高凹腔组织的燃烧性能。优选地,本实施例中,多个燃料喷孔11在喷注段上等间隔排列,燃料喷孔与导流板的对应方式为:每个导流板21对应一个燃料喷孔11,并且隔一个燃料喷孔11设置一个导流板21。通过该结构设计,能够很好地调节进入凹腔内的燃料的当量比,起到优化局部当量比的作用,从而达到增强燃烧的作用,且能够改善火焰的稳定性能。

[0053] 在本发明的优选实施例中,在凹腔的上游的超声速气流中横向喷射燃料,在对应燃料喷孔11的流向位置上,在凹腔的前缘设置导流板21,从而使得燃料与空气混合之后的富燃流沿着导流板21上扬从而可以避免凹腔内部过于富燃。通过优化导流板之间的间距,可以改变进入凹腔的燃料的当量比,起到优化局部当量比的作用,从而可以起到增强燃烧的作用。

[0054] 本实施例带有导流板的后缘突扩型凹腔,使得上游壁面燃料横向喷注不直接被剪切层带入凹腔,并且通过调整导流板的横向间距,改变进入凹腔的燃料质量、流量,从而做到凹腔内部与外部燃料当量比分配的优化,提高凹腔内的点火性能,改善凹腔的火焰稳定能力。

[0055] 对于矩形截面的后缘突扩型凹腔燃烧室而言,优选地,导流板分为两排对称设置的结构,参照图3,多个导流板包括自喷注段末端的顶壁向凹腔延伸的第一排导流板和自喷

注段末端的底壁向凹腔延伸的第二排导流板。其中,第一排导流板设有四个导流板,其上游的喷孔设有7个,第二排导流板与第一排关于中心轴对称。通过采用两排对称设计的导流板结构,能够进一步改善燃料随剪切层的输送过程,起到增强凹腔点火及火焰稳定能力的效果。

[0056] 图8是带导流板的后缘突扩型凹腔的燃料分布示意图,图9是不带导流板的后缘突扩型凹腔的燃料分布示意图。对比图8和图9可知,后缘突扩构型的凹腔的流动特性,在设置导流后,凹腔剪切层的发展特性发生了很大变化。在图9中,凹腔与上游燃料喷射相结合使用时,非常容易发生燃料随倾斜剪切层进入凹腔过多导致凹腔内富油并出现点火困难、熄火的问题。在图8中,上游壁面燃料横向喷注不直接被剪切层带入凹腔,避免了凹腔内因富油造成的点火困难和熄火的问题。

[0057] 图10至图14示出了圆形截面的后缘突扩型凹腔燃烧室的结构。如图10至图14所示,在本实施例中,圆形截面的后缘突扩型凹腔燃烧室包括喷注段1、后缘突扩型凹腔2、以及膨胀段3,导流板21为四个,呈圆形间隔排列,其上游等间隔地分布8个喷孔11。

[0058] 优选地,通过改变导流板21的倾角和/或导流板21的长度可进一步改善凹腔内燃料随剪切层的输送过程。参照图17,本实施例中,导流板21的倾角是指导流板21的壁面与喷注段1的壁面的延伸方向间形成的夹角 α 。图15是四种不同后缘凹腔内的速度流线图,其中,(a)为无导流板凹腔的速度流线图,(b)、(c)、(d)依次为导流板长度固定(导流板长度为凹腔开口长度的1/5),导流板的倾角分别为0度、2度和4度的凹腔内速度流线图。如(b)至(d)所示,随着导流板的倾角的增加,凹腔回流区大小向外扩张,在导流板下方也存在回流结构。

[0059] 图16是图15所示的四种不同凹腔对应的数值纹影图。如图16所示,对比图(c)、图(d)和图(b),可以看出随着导流板扩张角度的增加,导流板前缘产生的激波强度明显增强,凹腔剪切层也逐渐向外扩张。

[0060] 通过以上数值仿真的工作,可以看出带导流板的后缘突扩型凹腔剪切层后移到导流板尾缘处,凹腔剪切层随着导流板扩张角度的增加而逐渐向外扩张。由此可知,带导流板的后缘突扩型凹腔能够起到降低凹腔上游燃料喷注卷吸量的作用。优选地,通过倾角小的导流板有助于反压逆传促进喷注的穿透深度。本实施例中,优选地,导流板的倾角角度的范围在 $0^{\circ}\sim 4^{\circ}$ 之间,以满足宽马赫数的超燃冲压发动机的工作需求,且改善高速来流的进入凹腔内的穿透深度。

[0061] 根据本发明的带导流板的后缘突扩型凹腔燃烧室,具有以下优点:

[0062] 1、超燃冲压发动机燃烧室内的带有导流板的后缘突扩型凹腔,相对于多凹腔燃烧室实现宽马赫数范围工作的方案,具有流动损失小、热防护难度小的优点;

[0063] 2、带有导流板的后缘突扩型凹腔,使得上游壁面燃料横向喷注不直接被剪切层带入凹腔,并且通过调整导流板的横向间距,改变进入凹腔的燃料质量流量,从而做到凹腔内部与外部燃料当量比分配的优化,提高凹腔内的点火性能,改善凹腔的火焰稳定能力

[0064] 3、导流板使得凹腔前缘的空间有所减小,从而在高的马赫数条件下有助于反压逆传,可以促进喷注的穿透深度并进一步改善高马赫数条件下的燃烧。

[0065] 以上所述仅为本发明的优选实施例而已,并不用于限制本发明,对于本领域的技术人员来说,本发明可以有各种更改和变化。凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修

改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

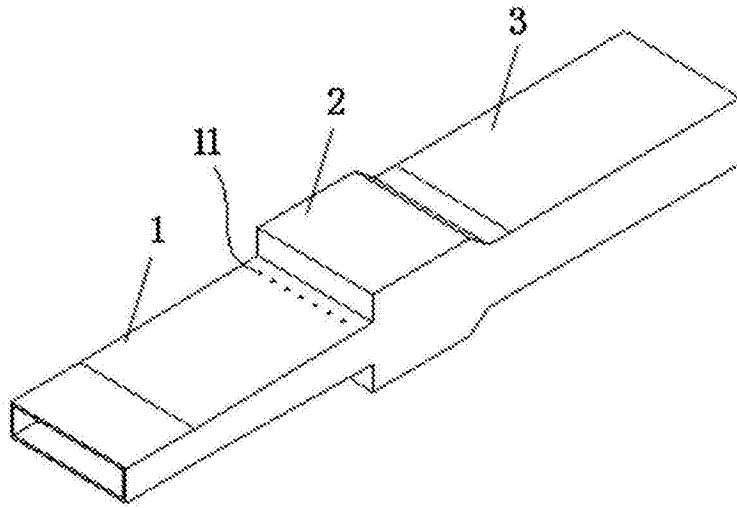


图1

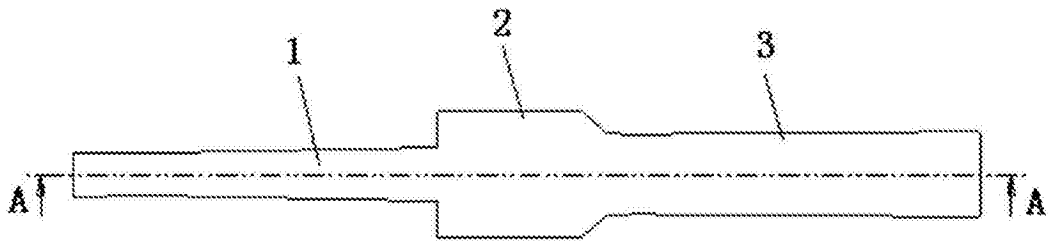


图2

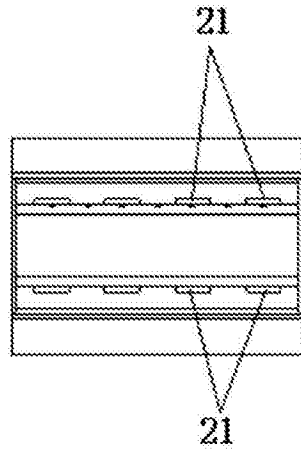


图3

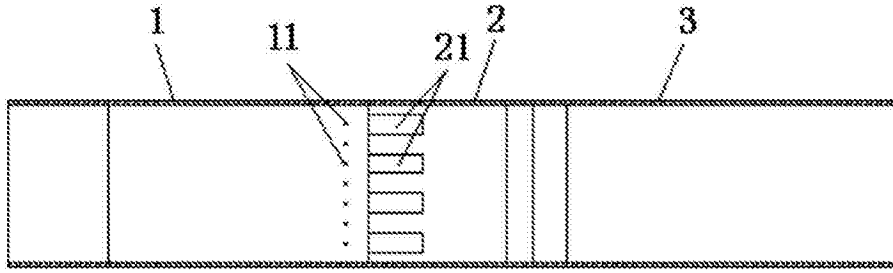


图4

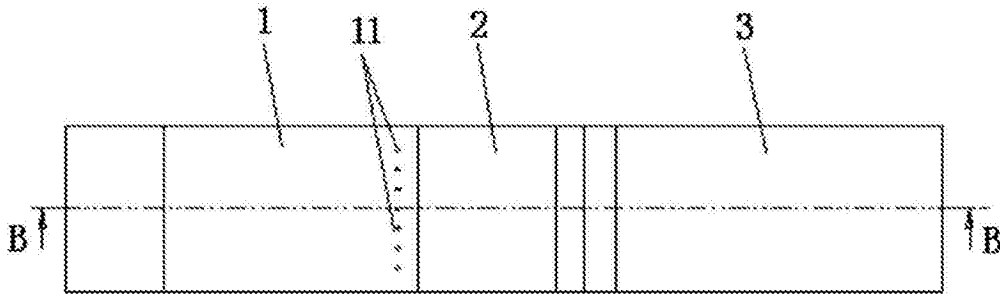


图5

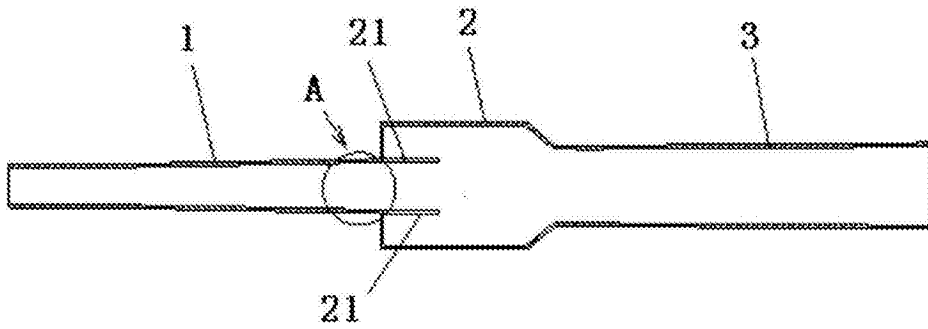


图6

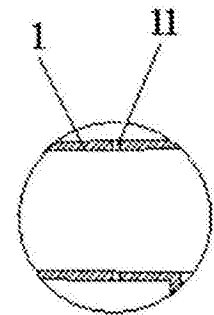


图7

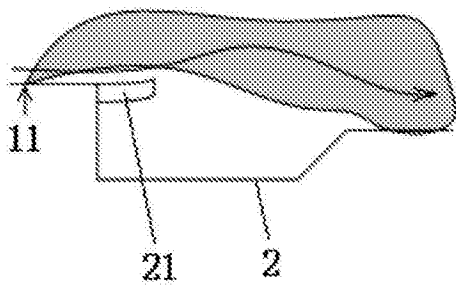


图8

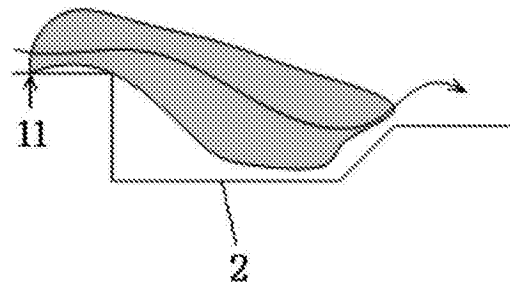


图9

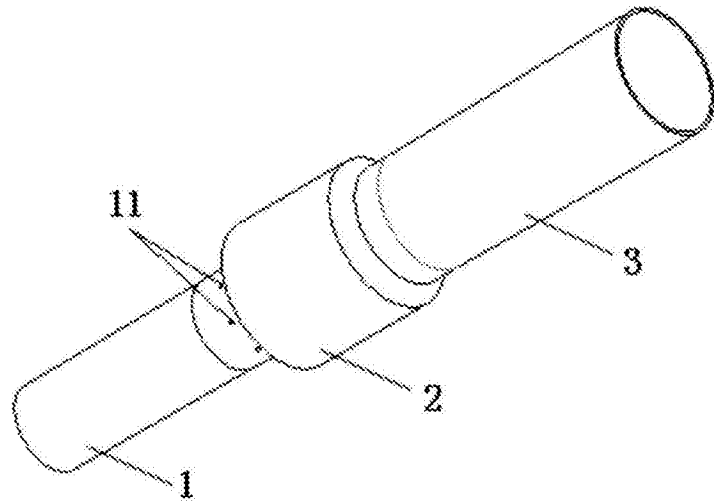


图10

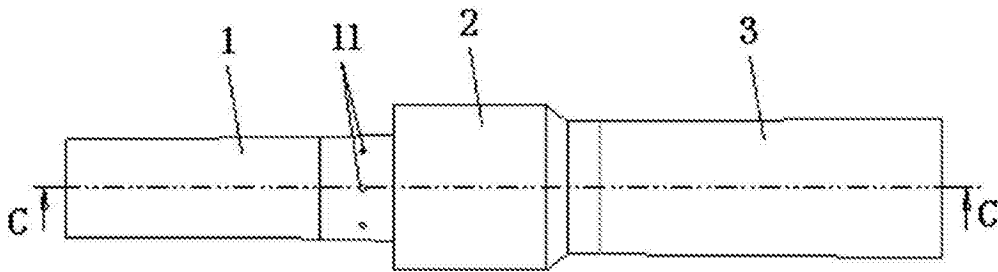


图11

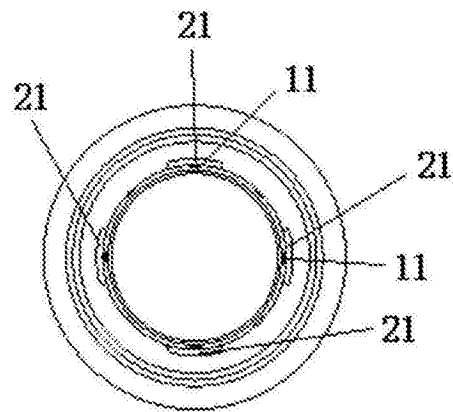


图12

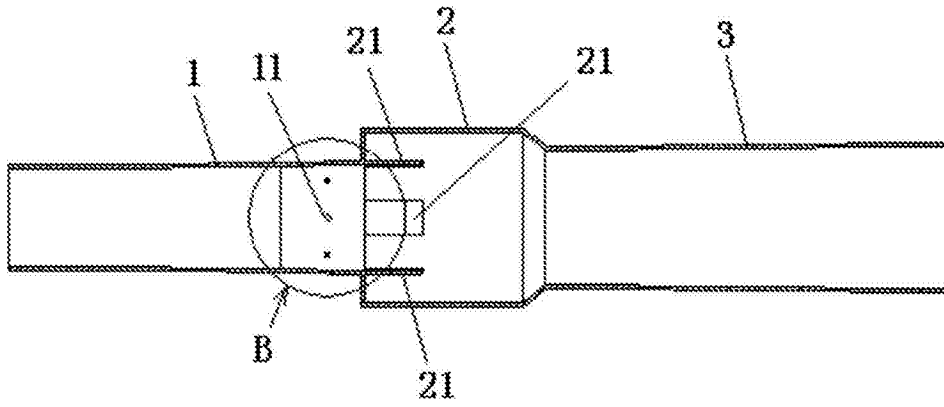


图13

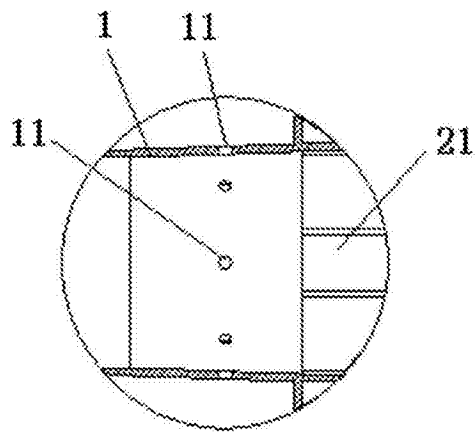


图14

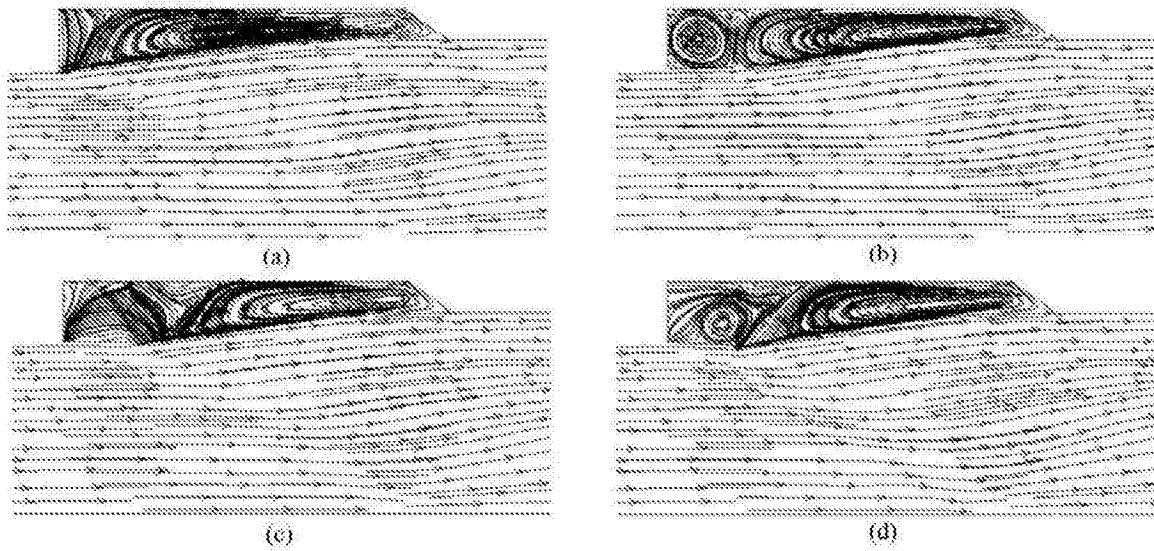


图15

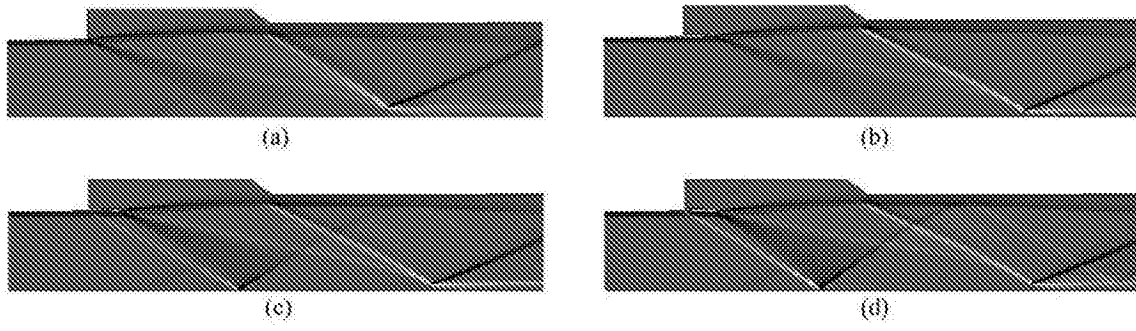


图16

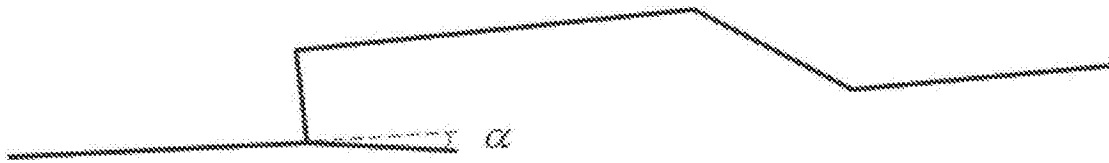


图17