



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 115096537 B

(45) 授权公告日 2023.04.07

(21) 申请号 202210908526.4

(22) 申请日 2022.07.29

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 115096537 A

(43) 申请公布日 2022.09.23

(73) 专利权人 中国科学院力学研究所  
地址 100080 北京市海淀区北四环西路15号

(72) 发明人 陆星宇 李进平 张晓源 张仕忠  
王苏 陈宏

(74) 专利代理机构 北京晟睿智杰知识产权代理  
事务所(特殊普通合伙)  
11603  
专利代理师 于淼

(51) Int.Cl.  
G01M 9/02 (2006.01)  
G01M 9/04 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 107976294 A, 2018.05.01

CN 110595719 A, 2019.12.20

CN 110749445 A, 2020.02.04

CN 113484026 A, 2021.10.08

CN 213273987 U, 2021.05.25

JP 2001091400 A, 2001.04.06

WO 2021143347 A1, 2021.07.22

聂少军, 汪运鹏, 薛晓鹏, 姜宗林. 激波风洞  
高低压段钢膜片破裂特性研究. 力学学报. 2021,  
(06), 第1747-1757页.

Qiu WANG, et al. Investigation of dual  
ignition for a detonation driven shock  
tunnel in forward driving mode. Chinese  
Journal of Aeronautics. 2020, 33(05), 第  
1468-1475页.

俞鸿儒, 赵伟, 袁生学. 氢氧爆轰驱动激波风  
洞的性能. 流体力学实验与测量. 1993, (03), 第  
38-41页.

审查员 李一腾

权利要求书1页 说明书8页 附图4页

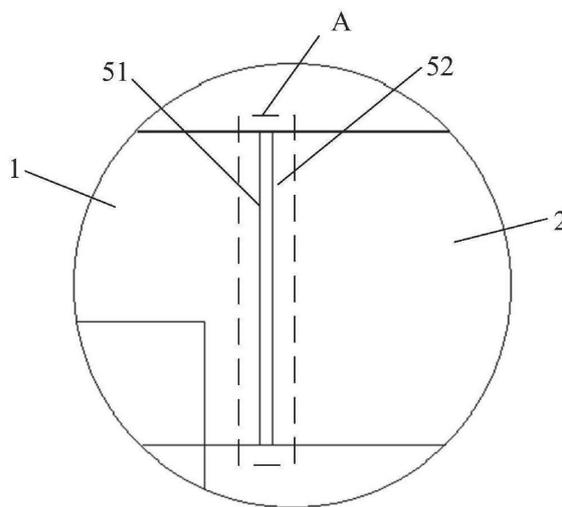
(54) 发明名称

用于同轴柱面爆燃驱动装置的组合式膜片

(57) 摘要

本发明公开了用于同轴柱面爆燃驱动装置的  
组合式膜片, 包括第一膜片, 所述第一膜片沿  
圆周方向连接有第二膜片; 所述第一膜片为金属  
材质, 所述第二膜片为非金属材质; 所述第一膜  
片的直径与所述第二膜片的直径相同; 所述第一  
膜片沿第一方向的厚度与所述第二膜片沿第一  
方向的厚度相同, 或者, 所述第二膜片沿第一方  
向的厚度小于所述第一膜片沿第一方向的厚度,  
其中, 第一方向为由所述第一膜片指向所述第二  
膜片的方向。本发明通过在第一膜片上叠加的第  
二膜片, 第一膜片朝向爆燃驱动段, 第二膜片朝  
向被驱动段, 第二膜片采用非金属材质, 在第一  
膜片的隔热作用下维持气密性, 迟滞了可燃混气  
向被驱动段泄露, 避免了金属膜片破裂初期产生

的激波。



1. 一种用于同轴柱面爆燃驱动装置的组合式膜片,其特征在于,包括第一膜片,所述第一膜片沿圆周方向连接有第二膜片,其中,所述第一膜片位于朝向爆燃驱动段一侧,所述第二膜片朝向被驱动段;

所述第一膜片为金属材质,所述第二膜片为非金属材质;

所述第一膜片的直径与所述第二膜片的直径相同;

所述第一膜片沿第一方向的厚度与所述第二膜片沿第一方向的厚度相同,或者,所述第二膜片沿第一方向的厚度小于所述第一膜片沿第一方向的厚度,其中,第一方向为由所述第一膜片指向所述第二膜片的方向。

2. 根据权利要求1所述的用于同轴柱面爆燃驱动装置的组合式膜片,其特征在于,所述第一膜片沿第一方向的厚度为0.1-100mm,所述第二膜片沿第一方向的厚度为0.1-5mm。

3. 根据权利要求1所述的用于同轴柱面爆燃驱动装置的组合式膜片,其特征在于,所述第一膜片与所述第二膜片之间通过胶带相粘接。

4. 根据权利要求1-3任一项所述的用于同轴柱面爆燃驱动装置的组合式膜片,其特征在于,所述非金属材质包括聚四氟乙烯或聚酰胺。

## 用于同轴柱面爆燃驱动装置的组合式膜片

### 技术领域

[0001] 本发明涉及高温高速气体动力学、高速飞行器等实验研究的技术领域,更具体地,涉及一种用于同轴柱面爆燃驱动装置的组合式膜片。

### 背景技术

[0002] 激波管/风洞是一种广泛用于高温高速气体动力学、高速飞行器等领域的实验设备,基本原理是:高压驱动气体通过激波压缩低压试验气体,使之达到所需的试验状态。如图1所示,典型的激波管/风洞包括驱动段1'、被驱动段2'、喷管3'和试验段4';试验前,驱动段1'与被驱动段2'以膜片5'隔开,在驱动段1'中充入高压的驱动气体,在被驱动段2'中充入低压的试验气体;试验时,膜片5'破裂,高压气体膨胀、进入被驱动段2',同时,在被驱动段2'中产生一道快速运动的激波;若直接采用激波后的气体开展试验,则设备以激波管模式运行;若利用经喷管3'加速后的试验气体开展试验,则设备以激波风洞模式运行。

[0003] 试验气体的总温、总压范围是衡量设备能力的主要指标,二者取决于高压驱动气体的驱动能力。常温高压气体已无法满足日益苛刻的试验需求,为此,国内外已发展出三种高性能的驱动技术:活塞驱动、加热轻气体驱动以及爆轰驱动。其中,爆轰驱动技术具有成本低、结构简单而且较为安全等特点,是目前国内的主流技术。

[0004] 爆轰驱动激波管是由Bird在1957年首先提出的。中国科学院力学研究所的俞鸿儒先生在1981年建造了一个13.3m长的爆轰驱动激波管,1983年投入使用。中国科学院力学研究所于1994年研制了JF-10爆轰驱动高焓激波风洞【参见俞鸿儒、赵伟、袁生学的氢氧爆轰驱动激波风洞的性能-气动试验与测量控制,1993,7(3):38-42】。在俞鸿儒先生的帮助下Gronig等人于1993年在德国亚琛工业大学建造了应用反向爆轰驱动的高焓激波风洞(TH2-D)。1994年,NASA修改原来的自由活塞驱动的设计方案,在GASL建成建设了正向爆轰驱动高焓激波风洞(HYPULSE),该风洞同时可以工作于反射激波风洞模式和膨胀管模式【参见Chue RSM,Tsai C-Y,Bakos RJ,Erds JI,Rogers RC(2002)NASA's HYPULSE Facility at GASL-ADual Mode,Dual Driver Reflected-Shock/Expansion Tunnel.In:Lu F,Marren D(eds),Advanced Hypersonic Test Facilities,Progress in Astronautics and Aeronautics,Vol.1 98,AIAA,Chapter 3,pp29-71】。

[0005] 爆轰驱动需要在驱动段内形成沿轴向传播的爆轰波,爆轰波后的不均匀的流场导致该驱动技术存在以下问题:第一,可爆轰的气体混合比例范围比可爆燃的范围窄的多,驱动气体的温度和声速范围也相应更窄,因此限制了爆轰驱动能够提供的试验气体总温范围;第二,爆轰驱动提供的有效驱动压力不超过设备承压极限的40%,限制了试验气体的总压范围。

[0006] 由于爆轰驱动存在上述问题,需要克服上述问题,需要引入同轴柱面爆燃驱动技术,但实验前,通常会在爆燃驱动段和被驱动段由一道膜片隔开,当爆燃驱动段压力突然急剧升高、压破膜片后,从气体接触面处即形成激波,在高压的工况中,往往采用金属材质的膜片,以获得较高的承压能力,然而,爆燃驱动的压力升高速率比爆轰慢得多,使得金属膜

片的破开过程相对漫长,在膜片中心刚刚破开的短暂时间内,会产生一道入射激波,该激波的参数与膜片完全打开时期望的激波参数相差很大,这一差异可能使试验气体的参数偏离预期值。

[0007] 现有文献1(CN205228769U)公开了一种用于大尺寸脉冲风洞的薄边金属膜片;包括具有多个抗拉孔的金属圆片,金属圆片一侧表面上开设有未穿透金属圆片的米字沟槽,米字沟槽以金属圆片的圆心为交叉点,多个抗拉孔围绕米字沟槽等间距地开设在同一圆周上,抗拉孔孔心到金属圆片圆心的距离与金属圆片半径之比为0.9左右;用于大尺寸脉冲风洞的薄边金属膜片,在保证原有尺寸的基础上,经过机械加工出抗拉孔,通过改变膜片的外形结构,增加外部约束,改变膜片受力结构,在不改变夹膜机构夹膜面积的基础上,其受到脉冲拉力作用下不易发生膜片断裂和脱落,但该装置并未解决上述技术问题。

[0008] 现有文献2(CN102407947A)公开了激波风洞爆轰双驱装置,包括:激波风洞,该激波风洞具爆轰驱动段,该爆轰驱动段的一端设置有卸爆段,另一端设置有被驱动段;在卸爆段和爆轰驱动段之间设有第一膜片,在被驱动段和爆轰驱动段之间设有第二膜片;在爆轰驱动段的靠近卸爆段的一段设置有正向爆轰驱动点火装置,在爆轰驱动段的靠近被驱动段的一段设置有反向爆轰驱动点火装置;在正向爆轰驱动点火装置和反向爆轰驱动点火装置之间连接有可控延时触发装置,其方法如下:1)在激波风洞爆轰驱动段的靠近卸爆段的一端设置正向爆轰点火装置,在爆轰驱动段的靠近被驱动段的一端设置反向爆轰驱动点火装置;2)通过正向爆轰点火装置进行点火,形成正向驱动爆轰波;3)当正向爆轰波沿爆轰驱动段传播预定时间后,通过反向爆轰驱动点火装置进行点火,形成反向驱动爆轰波;4)反向驱动爆轰波将设置在卸爆段和被驱动段之间的膜片撕裂,正向爆轰波与反向爆轰波相交后形成运动激波,该运动激波进入被驱动段,以对被驱动段的试验气体进行压缩。

[0009] 为了抑制膜片刚刚破裂时过早向下游传出激波,以保障同轴柱面爆燃驱动产生高品质的试验气流,本发明提出一种用于同轴柱面爆燃驱动装置的组合式膜片,能够满足爆燃驱动技术对激波参数的要求,并且该用于同轴柱面爆燃驱动装置的组合式膜片是本领域技术人员不容易想到的。

## 发明内容

[0010] 有鉴于此,本发明提供了一种用于同轴柱面爆燃驱动装置的组合式膜片,其特征在于,包括第一膜片,所述第一膜片沿圆周方向连接有第二膜片,其中,所述第一膜片位于朝向爆燃驱动段一侧,所述第二膜片朝向被驱动段;

[0011] 所述第一膜片为金属材质,所述第二膜片为非金属材质;

[0012] 所述第一膜片的直径与所述第二膜片的直径相同;

[0013] 所述第一膜片沿第一方向的厚度与所述第二膜片沿第一方向的厚度相同,或者,所述第二膜片沿第一方向的厚度小于所述第一膜片沿第一方向的厚度,其中,第一方向为由所述第一膜片指向所述第二膜片的方向。

[0014] 可选地,所述第一膜片沿第一方向的厚度为0.1-100mm,所述第二膜片沿第一方向的厚度为0.1-5mm。

[0015] 可选地,所述第一膜片与所述第二膜片之间通过胶带相粘接。

[0016] 可选地,所述非金属材质包括聚四氟乙烯或聚酰胺。

[0017] 与现有技术相比,本发明提供的用于同轴柱面爆燃驱动装置的组合式膜片,至少实现了如下的有益效果:

[0018] 本发明通过在第一膜片上叠加的第二膜片,第一膜片朝向爆燃驱动段,第二膜片朝向被驱动段,第二膜片采用非金属材质,在第一膜片的隔热作用下维持气密性,迟滞了可燃混气向被驱动段泄露,避免了金属膜片破裂初期产生的激波;此外,由于第二膜片破裂时,第一膜片的打开程度较大,后续的第一膜片张开过程相对迅速,能够获得品质较好的激波,从而改善试验气体参数的稳定性。

[0019] 当然,实施本发明的任一产品必不特定需要同时达到以上所述的所有技术效果。

[0020] 通过以下参照附图对本发明的示例性实施例的详细描述,本发明的其它特征及其优点将会变得清楚。

## 附图说明

[0021] 被结合在说明书中并构成说明书的一部分的附图示出了本发明的实施例,并且连同其说明一起用于解释本发明的原理。

[0022] 图1是现有技术中提供的一种激波管/风洞的结构示意图;

[0023] 图2是本发明实施例提供的一种用于同轴柱面爆燃驱动装置的组合式膜片的使用状态示意图;

[0024] 图3是图2中A处一种结构放大图;

[0025] 图4是图2中A处另一种结构放大图;

[0026] 图5是本发明实施例提供的一种用于激波管/风洞的同轴柱面爆燃驱动装置的结构示意图;

[0027] 图6是图5中B处结构放大图;

[0028] 图7是图5中放电系统的结构放大图;

[0029] 图8是本发明实施例提供的一种放电系统的逻辑框图;

[0030] 图9是本发明实施例提供的一种激波管/风洞的结构示意图。

## 具体实施方式

[0031] 现在将参照附图来详细描述本发明的各种示例性实施例。应注意到:除非另外具体说明,否则在这些实施例中阐述的部件和步骤的相对布置、数字表达式和数值不限制本发明的范围。

[0032] 以下对至少一个示例性实施例的描述实际上仅仅是说明性的,决不作为对本发明及其应用或使用的任何限制。

[0033] 对于相关领域普通技术人员已知的技术、方法和设备可能不作详细讨论,但在适当情况下,技术、方法和设备应当被视为说明书的一部分。

[0034] 在这里示出和讨论的所有例子中,任何具体值应被解释为仅仅是示例性的,而不是作为限制。因此,示例性实施例的其它例子可以具有不同的值。

[0035] 应注意到:相似的标号和字母在下面的附图中表示类似项,因此,一旦某一项在一个附图中被定义,则在随后的附图中不需要对其进行进一步讨论。

[0036] 图2是本发明实施例提供的用于同轴柱面爆燃驱动装置的组合式膜片的结构示意

图;图3是图2中A处一种结构放大图;图4是图2中A处另一种结构放大图。如图2-图4所示,本实施例提供的一种用于同轴柱面爆燃驱动装置的组合式膜片5,包括第一膜片51和第一膜片51沿圆周方向连接的第二膜片52,其中,第一膜片51位于朝向爆燃驱动段1一侧,第二膜片52朝向被驱动段2;第一膜片51为金属材质,第二膜片52为非金属材质;第一膜片51的直径与第二膜片52的直径相同;第一膜片51沿第一方向E的厚度与第二膜片52沿第一方向E的厚度相同,或者,第二膜片52沿第一方向E的厚度小于第一膜片51沿第一方向E的厚度,其中,第一方向E为由第一膜片51指向第二膜片52的方向;第一膜片与第二膜片之间用胶粘接,粘接区域为被管道夹持的面积。

[0037] 具体的,用于同轴柱面爆燃驱动装置的组合式膜片5,包括第一膜片51和第二膜片52,其中,第一膜片51位于朝向爆燃驱动段1一侧,第二膜片52朝向被驱动段2;

[0038] 第一膜片51和第二膜片52相叠加,如第一膜片51和第二膜片52可以采用粘接方式相粘接,具体的,采用胶带将第二膜片52粘接至第一膜片51上,成本低廉,便于操作,当然,根据实际情况,第一膜片51和第二膜片52也可以直接夹紧连接,操作简单,便于膜片组合;

[0039] 第一膜片51可以采用金属材质,如铝、铜、钢或合金等,因此,第一膜片的强度高,弹性小,承受了高压气体的大部分载荷;第二膜片52可以采用为非金属材质,从而第二膜片52的弹性大,非金属材质可以采用聚四氟乙烯或聚酰胺;聚四氟乙烯俗称特氟龙、具有优良的化学稳定性、耐腐蚀性、密封性、高润滑不粘性、电绝缘性和良好的抗老化耐力;聚酰胺俗称尼龙、具有机械强度高、韧性好,有较高的抗拉、抗压强度,软化点高,耐热等优点;第二膜片52采用上述材质,能够在隔热作用下维持气密性、迟滞可燃混气向被驱动段的泄露过程;

[0040] 第一膜片51的直径与第二膜片52的直径相同,第一膜片51的直径与第二膜片52的直径可以根据实际激波管/激波风洞的管径所决定,如第一膜片51的直径与第二膜片52的直径均为300~350mm;

[0041] 第一膜片51的直径与第二膜片52的直径可以影响实验的效果,若第一膜片51的直径与第二膜片52的直径均低于实际激波管/激波风洞的内径,则爆燃驱动段1和被驱动段2之间密封性存在问题;若第一膜片51的直径与第二膜片52的直径均高于实际激波管/激波风洞的外径,组合式膜片5无法安装于爆燃驱动段1和被驱动段2之间;因此,将第一膜片51的直径与第二膜片52的直径设计为与实际激波管/激波风洞的外径相同,可以将组合式膜片5安装于爆燃驱动段1和被驱动段2之间,保证爆燃驱动段1和被驱动段2之间的密封性;

[0042] 第一膜片51沿第一方向E的厚度可以与第二膜片52沿第一方向E的厚度相同,如图3,或者,由于第一膜片51需要承受高压气体的大部分载荷,因此第二膜片52沿第一方向E的厚度小于第一膜片51沿第一方向E的厚度,如图4,其中,第一方向E为由第一膜片51指向第二膜片52的方向,第一膜片51的厚度可以由实际激波管/激波风洞的管径和工作压力所决定。

[0043] 工作原理如下:

[0044] 实验前,爆燃驱动段1和被驱动段2由组合式膜片隔开,当爆燃驱动段1压力突然急剧升高、压破第一膜片51后,从可燃混气接触处形成激波;实验时,第一膜片51承受高压气体大部分载荷,当第一膜片51恰好破开时,第一膜片的中心出现小孔,高温可燃混气迅速从小孔喷出,填充至第一膜片51和第二膜片52之间,由于开孔较小,可燃混气在填充过程中压力降低,无法直接胀破第二膜片52,同时由于可燃混气对第二膜片52的加热过程也相对漫

长,因此第二膜片52迟滞了可燃混气向被驱动段2的泄露过程;当第二膜片52破裂时,第一膜片51的打开程度已经较大,后续的第一膜片51张开过程相对迅速,这样就能获得期望的激波参数,从而改善试验气体的品质。

[0045] 通过上述实施例可知,本发明提供的同轴柱面爆燃驱动装置的组合式膜片,至少实现了如下的有益效果:

[0046] 本发明通过在第一膜片51上叠加的第二膜片52,第一膜片51朝向爆燃驱动段1,第二膜片52朝向被驱动段2,第二膜片52采用非金属材料,在第一膜片51的隔热作用下维持气密性,迟滞了可燃混气向被驱动段2泄露的效果;此外,由于第二膜片52破裂时,第一膜片51的打开程度较大,后续的第一膜片51张开过程相对迅速,能够获得品质较好的激波,从而改善试验气体的品质。

[0047] 可选的,第一膜片51沿第一方向E的厚度为0.1-100mm,第二膜片沿第一方向E的厚度为0.1-5mm,具体数值由管道的内径和驱动气体压力决定。

[0048] 具体的,若第一膜片51沿第一方向E的厚度小于0.1mm,则无法承受高压气体的大部分载荷,若第一膜片51沿第一方向E的厚度大于100mm,则使得第一膜片破开过程相对漫长,导致激波的品质差,因此,将第一膜片51沿第一方向E的厚度设计为0.1-100mm,不但能够承受高压气体的大部分载荷,也能够缩短第一膜片破开过程,获得品质较好的激波,从而更有效改善试验气体参数的稳定性;

[0049] 若第二膜片52沿第一方向E的厚度大于5mm,使柔性下降,无法满足实验需求,若第二膜片52沿第一方向E的厚度小于0.1mm,则耐热和承压能力不足,因此,将第二膜片沿第一方向E的厚度为0.1-5mm,不但使保持第二膜片的柔性,满足实验需求,而且具有耐热和承压能力。

[0050] 图5是本发明实施例提供的一种用于激波管/风洞的同轴柱面爆燃驱动装置的结构示意图;图6是图5中B处结构放大图;图7是图5中放电系统的结构放大图;图8是本发明实施例提供的一种放电系统的逻辑框图。

[0051] 如图5-图8所示,本实施例提供一种用于激波管/风洞的同轴柱面爆燃驱动装置,包括爆燃驱动段1、被驱动段2、将爆燃驱动段1和被驱动段2隔开的组合式膜片5、盲板14以及放电系统7,其中,爆燃驱动段1一端连通被驱动段2,另一端连接盲板14;

[0052] 爆燃驱动段1、被驱动段2、将爆燃驱动段1和被驱动段2隔开的组合式膜片5、盲板14以及放电系统7,其中,爆燃驱动段1一端连通被驱动段2,另一端连接盲板14;

[0053] 爆燃驱动段1为等截面直管,爆燃驱动段1上插接有沿径向Y延伸的第一电极11和第二电极12,第一电极11位于爆燃驱动段靠近盲板14一侧,第二电极12位于爆燃驱动段1靠近被驱动段2一侧,第一电极11与第二电极12之间电连接有沿轴向X延伸的点火丝13,轴向X为由爆燃驱动段1指向被驱动段2的轴中心线的方向,径向Y与轴向X相交;

[0054] 沿轴向X上,第一电极11与盲板14之间的长度为L1,第二电极12与组合式膜片5之间的长度为L2,L1和L2的长度限定为0.5cm-20cm;

[0055] 爆燃驱动段1上开设有与第一电极11和第二电极12相配合的开孔8,第一电极11和第二电极12与开孔8的接触面设置有密封圈81;

[0056] 爆燃驱动段1内充有可燃混气;

[0057] 放电系统7包括高压电容71、点火开关720和卸荷开关730,由高压电容71正极、点

火开关720、第一电极11、点火丝13、第二电极12、高压电容71负极构成点火回路72；由高压电容71正极、卸荷开关730以及高压电容71负极构成卸荷回路73；点火回路72与卸荷回路73并联，高压电容71用于存储高压电，并向点火丝13放电。

[0058] 具体的，该用于激波管/风洞的同轴柱面爆燃驱动装置包括爆燃驱动段1、被驱动段2，爆燃驱动段1一端连通被驱动段2，另一端连接盲板14，爆燃驱动段1与被驱动段2之间设置组合式膜片5，组合式膜片5为上述实施例提供的用于同轴柱面爆燃驱动装置的组合式膜片，被驱动段2通过喷管3连通试验段4，盲板14可以为法兰盖，利用盲板14堵上爆燃驱动段1的端头，无需再使用传统的卸爆段以及在卸爆段与爆燃驱动段之间设置膜片，不仅有利于降低占用空间面积，还可以降低成本；

[0059] 在爆燃驱动段1插接有沿径向Y延伸的第一电极11和第二电极12，第一电极11位于爆燃驱动段1靠近盲板14一侧，第二电极12位于爆燃驱动段1靠近被驱动段2一侧，也就是说将第一电极11和第二电极12插接于爆燃驱动段1的两端；在第一电极11与第二电极12之间电连接有沿轴向延伸的点火丝13，轴向X为由盲板14指向被驱动段2的轴中心线的方向，径向Y与轴向X相交，可选地，点火丝13可以为铜、银、镍铬、钨和合金中任一项金属材质，点火丝13的长度可以根据爆燃驱动段1的长度进行调整；

[0060] 第一电极11到盲板14的轴向距离为L1，第二电极12与组合式膜片5的轴向距离为L2，若L1和L2的长度小于0.5cm，有可能发生击穿，导致设备损坏或危害人员安全；若L1和L2的长度大于20cm，则有可能导致爆燃驱动段1内可燃混气燃烧不稳定，因此，将L1和L2的长度限定为0.5cm-20cm，不仅尽可能将点火丝13在爆燃驱动段内沿轴向布置的更长一些，能够进一步使爆燃驱动段1内可燃混气燃烧的更充分，而且可以避免第一电极11与爆燃驱动段端头之间以及第二电极12与组合式膜片5之间的距离过近，从而避免发生击穿，保证设备以及人员的安全；

[0061] 图6是图5中B处结构放大图；其中，图5中C处的放大图与B处的放大图相同，在爆燃驱动段1上开设有与第一电极11和第二电极12相配合的开孔8，图6中为了在图上显示开孔8，将开孔8的孔径画的比实际大些，开孔8与第一电极11相配合，第二电极12与开孔8相配合，通过开孔8便于将第一电极11和第二电极12插接于燃烧驱动段1，为了保证爆燃驱动段1内的密封性，在第一电极11插接至爆燃驱动段1后，在第一电极1与开孔8相接触的爆燃驱动段1的接触面设置密封圈81，在第二电极12与开孔8相接触的爆燃驱动段1的接触面设置密封圈81；

[0062] 爆燃驱动段1内充有可燃混气，可燃混气可以包括燃料、氧化剂和惰性气体，其中，燃料为氢、一氧化碳或烷烯炔烃，也可以为其它可燃气体；氧化剂为氧或一氧化二氮，也可以为其它氧化性气体，惰性气体为氮气、稀有气体或二氧化碳，也可以为其它不参与燃烧反应的气体；燃料：氧化剂：惰性气体之间的比例可以为1:1:1，燃料：氧化剂：惰性气体之间的比例也可以为2:1:1，燃料：氧化剂：惰性气体之间的比例还可以为2:1:7，当然，关于燃料、氧化剂和惰性气体三者的比例关系是根据具体设备以及实验要求设定；

[0063] 还包括放电系统7，放电系统7包括高压电容71、点火开关720和卸荷开关730，高压电容71正极、点火开关720、第一电极11、点火丝13、第二电极12、高压电容71负极构成点火回路72；高压电容71正极、卸荷开关730以及高压电容71负极构成卸荷回路73，点火回路72与卸荷回路73并联，高压电容71用于存储高压电；

[0064] 高压电容71充电后,先闭合点火开关720,高压电容71分别通过第一电极11和第二电极12与点火丝13导通,开始点火;持续预定时间后,闭合卸荷开关730,将高压电容71正负极短路,高压电容71中的电荷即经由卸荷回路73瞬间返回高压电容71,完成卸荷,上述预定时间可以为5-30毫秒。

[0065] 该用于激波管/风洞的同轴柱面爆燃驱动装置的组装顺序如下:

[0066] 第一,提供爆燃驱动段1;

[0067] 第二,首先,在爆燃驱动段1上开设有放置第一电极11和第二电极12的开孔8;其次,在第一电极11和第二电极12与开孔8的接触面安装密封圈81,在开孔8内插接第一电极11和第二电极12,第一电极11位于爆燃驱动段靠近盲板14一侧,第二电极12位于爆燃驱动段1靠近被驱动段2一侧;在第一电极11与第二电极12之间连接沿轴向X延伸的点火丝13;

[0068] 第三,在爆燃驱动段1与被驱动段2之间安装组合式膜片5,在爆燃驱动段1靠近组合式膜片5一端连接被驱动段2,另一端连接有盲板14;

[0069] 第四,在爆燃驱动段1内充有可燃混气;

[0070] 第五,连接放电系统7,将高压电容71正极、点火开关720、第一电极11、点火丝13、第二电极12、高压电容71负极构成点火回路72;将高压电容71正极、卸荷开关730以及高压电容71负极构成卸荷回路73;点火回路72与卸荷回路73之间并联。

[0071] 按照上述组装顺序对用于激波管/风洞的同轴柱面爆燃驱动装置进行组装,不仅可以更好地插接第一电极以及第二电极,使点火丝13的位置布置的更精确,而且可以避免可燃混气漏气,保证人身安全,同时便于操作。

[0072] 当然,在不考虑高压电容向点火丝放电的情况下,上述组装顺序可以做出适当调整,可以在安装完被驱动段2或盲板14之后,先连接放电系统,再向爆燃驱动段1内充有可燃混气,具体如下:

[0073] 第一,提供爆燃驱动段1;

[0074] 第二,首先,在爆燃驱动段1上开设有放置第一电极11和第二电极12的开孔8;其次,在第一电极11和第二电极12与开孔8的接触面安装密封圈81,在开孔8内插接第一电极11和第二电极12,第一电极11位于爆燃驱动段靠近盲板14一侧,第二电极12位于爆燃驱动段1靠近被驱动段2一侧;在第一电极11与第二电极12之间连接沿轴向X延伸的点火丝13;

[0075] 第三,在爆燃驱动段1与被驱动段2之间安装组合式膜片5,在爆燃驱动段1靠近组合式膜片5一端连接被驱动段2,另一端连接有盲板14;

[0076] 第四,连接放电系统7,将高压电容71正极、点火开关720、第一电极11、点火丝13、第二电极12、高压电容71负极构成点火回路72;将高压电容71正极、卸荷开关730以及高压电容71负极构成卸荷回路73;点火回路72与卸荷回路73之间并联;

[0077] 第五,在爆燃驱动段1内充有可燃混气。

[0078] 需要说明的是:第一,提供爆燃驱动段1;第二,首先,在爆燃驱动段1上开设有放置第一电极11和第二电极12的开孔8;其次,在第一电极11和第二电极12与开孔8的接触面安装密封圈81,在开孔8内插接第一电极11和第二电极12,第一电极11位于爆燃驱动段靠近盲板14一侧,第二电极12位于爆燃驱动段1靠近被驱动段2一侧;在第一电极11与第二电极12之间连接沿轴向X延伸的点火丝13;第三,在爆燃驱动段1与被驱动段2之间安装组合式膜片5,在爆燃驱动段1靠近组合式膜片5一端连接被驱动段2,另一端连接有盲板14;上述三个步

骤组装顺序是不可逆的,也就是上述组装顺序无法颠倒的,颠倒后则无法实施。

[0079] 工作原理如下:在爆燃驱动段1内有一根沿轴向X布置的点火丝13,高压电容71充电后,先闭合点火开关720,高压电容71分别通过第一电极11和第二电极12与点火丝13导通,点火丝13两端施加数千至数万伏特的高电压,在点火开关720通电瞬间,点火丝13剧烈发热,在微秒量级的时间内点燃点火丝13附近的可燃混气,点燃后形成柱状火焰面,并沿径向扩大;通过使点火丝13与爆燃驱动段1的管道严格同轴,保证沿轴向各处同时燃尽;由于高压电容71的放电过程比燃烧过程更长,需要在燃烧结束前将高压电容71中剩余的电荷卸掉,因此当持续预定时间后,闭合卸荷开关730,将高压电容71正负极短路,高压电容71中的电荷即经由卸荷回路瞬间返回高压电容71,完成卸荷,从而防止高压电容71正极附近击穿燃烧产物,产生安全事故。

[0080] 需要说明的是:爆轰驱动需要在驱动段管道内形成沿轴向传播的爆轰波,而爆燃驱动则是使爆燃驱动段1的管道内的气体沿轴向同时点火,以爆燃而非爆轰的方式完成燃烧,并沿轴向X同时结束燃烧。

[0081] 通常激波管/风洞的有效工作时间大致在几毫秒至100毫秒量级,为了提供精确的试验条件,必须严格保证爆燃驱动段中的可燃混气同时点火,同时燃尽。

[0082] 通过上述实施例可知,本发明提供的用于激波管/风洞的同轴柱面爆燃驱动装置,至少实现了如下的有益效果:

[0083] 第一,现有技术中由爆轰驱动在驱动段管道内形成沿轴向传播的爆轰波,由于爆轰波极高的压力峰不能全部用来驱动,爆轰驱动提供的有效压力大大低于设备的承压极限,而本发明中以爆燃取代爆轰,不存在爆轰中的压力峰,燃烧压力可以100%用于压缩试验气体,因此提高了试验气体的压力;

[0084] 第二,爆燃的混气比例极限比爆轰宽得多,驱动气体的温度和声速范围更大,对应的试验气体总温范围也因此比爆轰驱动更大;

[0085] 第三,通过组合式膜片能够获得品质较好的激波,从而改善试验气体的品质。

[0086] 图9是本发明实施例提供的一种激波管/风洞的结构示意图;本发明实施例还有一种激波管/风洞,包括本发明实施例提供的用于激波管/风洞的同轴柱面爆燃驱动装置;

[0087] 虽然已经通过例子对本发明的一些特定实施例进行了详细说明,但是本领域的技术人员应该理解,以上例子仅是为了进行说明,而不是为了限制本发明的范围。本领域的技术人员应该理解,可在不脱离本发明的范围和精神的情况下,对以上实施例进行修改。本发明的范围由所附权利要求来限定。

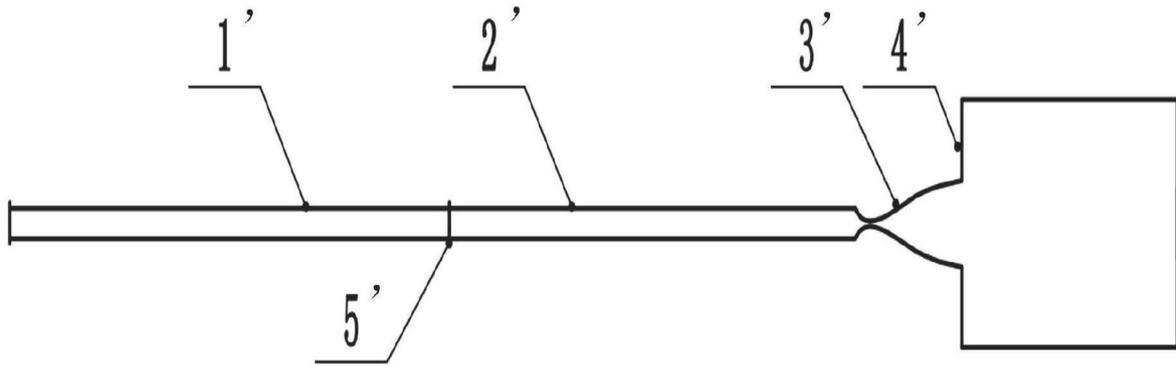


图1

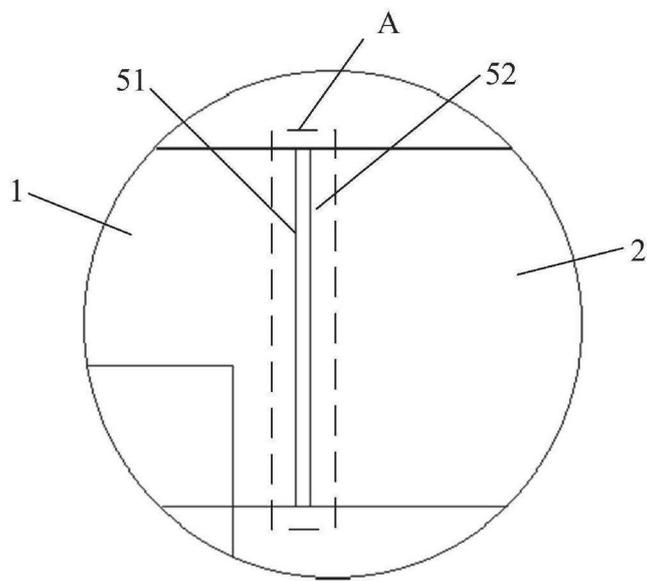


图2

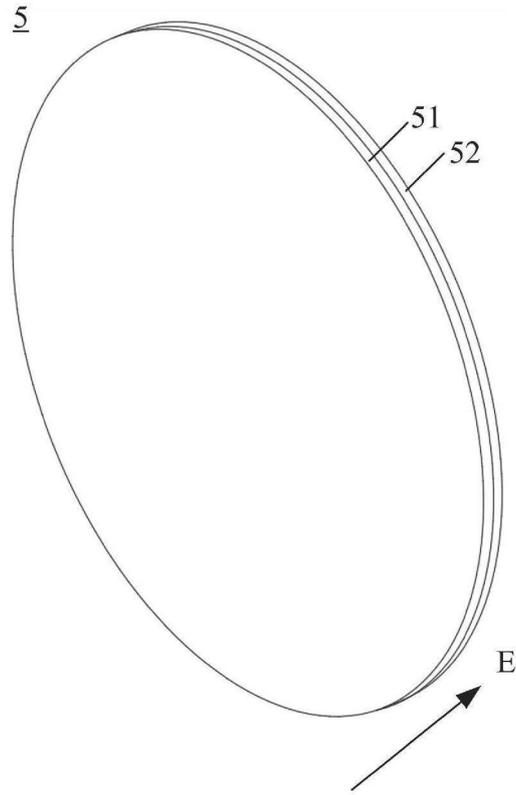


图3

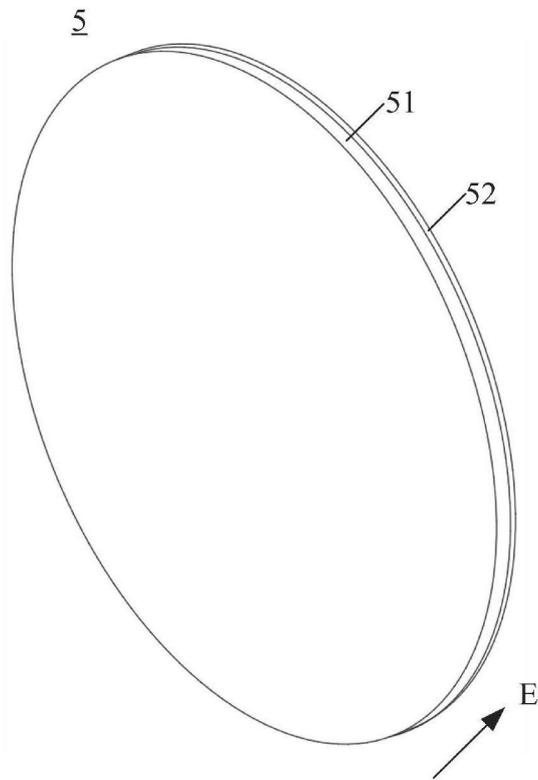


图4

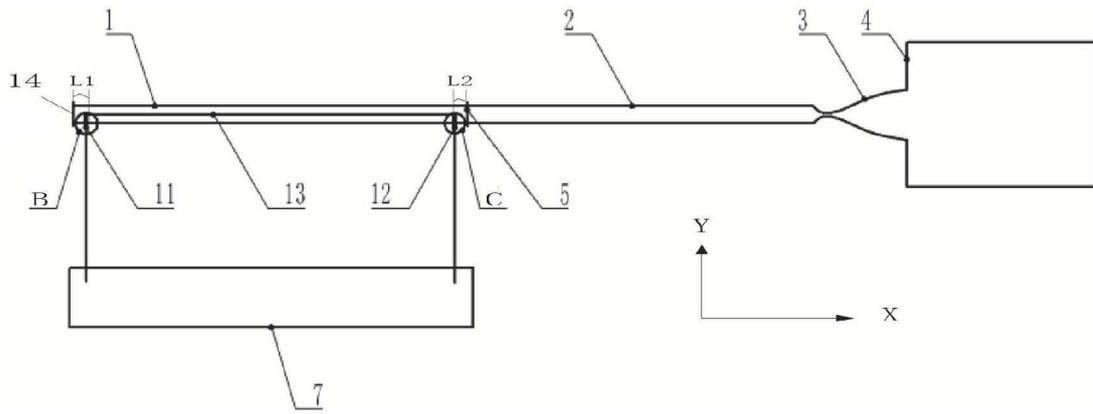


图5

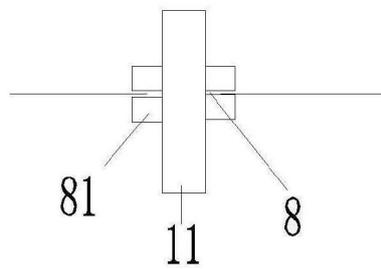


图6

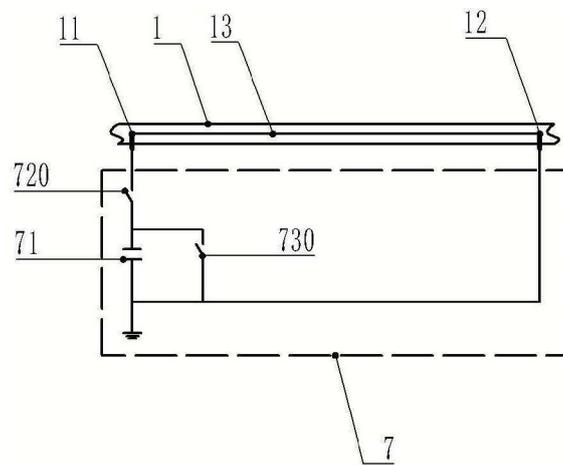


图7

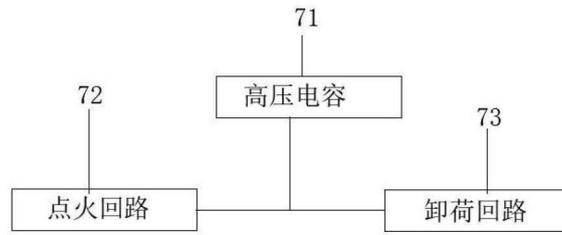


图8

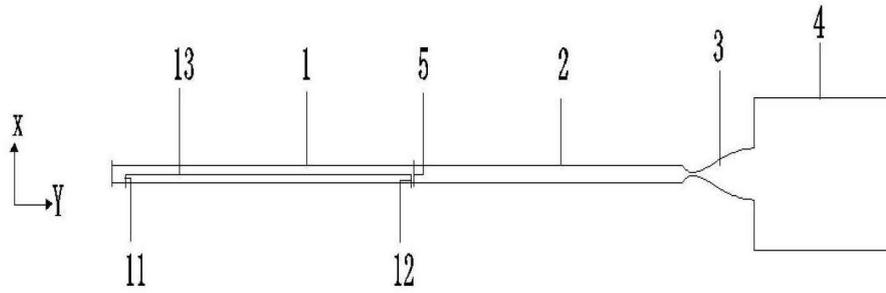


图9