

# 一种爆轰驱动激波风洞成型膜

申请号：[201310033882.7](#)

申请日：2013-01-29

**申请(专利权)人** [中国科学院力学研究所](#)  
**地址** [100190 北京市海淀区北四环西路15号](#)  
**发明(设计)人** [姜宗林](#) [赵伟](#) [陈宏](#) [林建民](#)  
**主分类号** [G01M9/04\(2006.01\)I](#)  
**分类号** [G01M9/04\(2006.01\)I](#)  
**公开(公告)号** [103149007A](#)  
**公开(公告)日** [2013-06-12](#)  
**专利代理机构** [北京和信华成知识产权代理事务所\(普通合伙\)](#) 11390  
**代理人** [胡剑辉](#)



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103149007 B

(45) 授权公告日 2015. 08. 12

(21) 申请号 201310033882. 7

CN 102407947 A, 2012. 04. 11, 全文.

(22) 申请日 2013. 01. 29

审查员 彭志萍

(73) 专利权人 中国科学院力学研究所

地址 100190 北京市海淀区北四环西路 15 号

(72) 发明人 姜宗林 赵伟 陈宏 林建民

(74) 专利代理机构 北京和信华成知识产权代理  
事务所 (普通合伙) 11390

代理人 胡剑辉

(51) Int. Cl.

G01M 9/04(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 2496006 Y, 2002. 06. 19, 说明书第 1-3 页, 附图 2-3.

CN 2663964 Y, 2004. 12. 15, 全文.

KR 100654607 B1, 2006. 12. 08, 全文.

CN 201259461 Y, 2009. 06. 17, 全文.

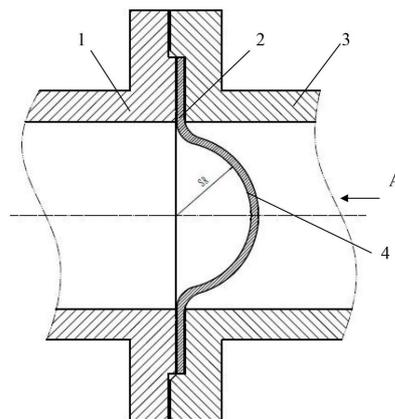
权利要求书1页 说明书2页 附图1页

(54) 发明名称

一种爆轰驱动激波风洞成型膜

(57) 摘要

本发明公开了一种爆轰驱动激波风洞成型膜, 包括: 膜本体, 在膜本体的中心形成有凸出部, 在所述凸出部上开设有具有预定深度的沟槽。本发明通过形成具有凸出部的膜本体, 并且在凸出部上开设具有预定深度的沟槽, 这样, 爆轰驱动激波风洞成型膜在爆轰波传播到达时, 能够按照设计指定的方式快速充分地破裂, 降低了破膜需要的能量, 减小了破裂膜片运动距离和速度, 进一步提高了爆轰驱动激波风洞的对于高超声速流动可模拟的范围。



1. 一种爆轰驱动激波风洞成型膜,其特征在于,包括:膜本体,在膜本体的中心形成有凸出部,在所述凸出部上开设有具有预定深度的沟槽;所述沟槽为在膜片中心加工指定深度的方槽。

2. 如权利要求 1 所述的成型膜,其特征在于,所述沟槽为两条交叉形成的十字形沟槽。

3. 如权利要求 1 或 2 所述的成型膜,其特征在于,所述沟槽的深度为所述膜本体的厚度的一半。

4. 如权利要求 3 所述的成型膜,其特征在于,所述凸出部为半球状。

5. 如权利要求 4 所述的成型膜,其特征在于,所述膜本体为不锈钢材料。

## 一种爆轰驱动激波风洞成型膜

### 技术领域

[0001] 本发明涉及爆轰驱动激波风洞一项提高风洞驱动能力和运行可靠性与重复性的技术,特别涉及用于高超声速飞行器地面模拟实验装置的爆轰驱动激波风洞成型膜。

### 背景技术

[0002] 未来高超声速飞行器的研制需要能够在地面产生高总温和高流速的试验气流。爆轰驱动激波风洞利用可爆气体快速爆轰产生的高温高压气体压缩空实验气体,使之达到较高总温和总压的一种激波风洞技术。

[0003] 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研究员在 1981 年建造了一个 13.3m 长的爆轰驱动激波管,并在 1983 年投入使用。应用该激波管,系统研究了氢氧爆轰驱动方法,提出了反向爆轰驱动的卸爆技术,建成 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】。在俞鸿儒研究员的帮助下 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。

[0004] 美国 CALspanUB 中心的 LENS II 风洞激波风洞采用加热轻气体驱动方式,喷管出口直径 1.55m,在模拟总温小于 2000K 的情况下可以获得 30 ~ 80ms 的试验时间,是高超声速流动地面模拟试验中应用很成功的风洞之一。

[0005] 在爆轰驱动激波风洞中,通常采用较厚的膜片来隔离可爆气体和被驱动空气,爆轰起爆后形成非常高的压力和温度,可以迅速地使可爆气体与被驱动空气之间的膜片破裂,进而形成向被驱动空气传播的强激波,实现爆轰驱动高焓激波风洞的运行。膜片通常采用延展性较好的不锈钢材料,膜片破裂形成的碎片较少,而且爆轰压力越高要求膜片越厚。在激波风洞的实际操作中,由于较厚的不锈钢膜片破裂时间较长,膜片破裂的张口在较短的时间内不易充分地张开,导致了爆轰驱动激波风洞驱动能力的下降,达不到所需的高总温和总压试验气体要求。

### 发明内容

[0006] 针对现有技术存在的问题,本发明的目的在于提供一种爆轰驱动激波风洞成型膜,在爆轰驱动激波风洞运行中膜片可以快速的破裂、裂口充分张开,能够提高爆轰驱动激波风洞的重复性,可靠性和驱动能力。

[0007] 本发明提供的一种爆轰驱动激波风洞成型膜包括:膜本体,在膜本体的中心形成有凸出部,在所述凸出部上开设有具有预定深度的沟槽。

[0008] 优选地,所述沟槽为两条交叉形成的十字形沟槽。

[0009] 优选地,所述沟槽的深度为所述膜本体的厚度的一半。

[0010] 优选地,所述凸出部为半球状。

[0011] 优选地,所述膜本体为不锈钢材料。

[0012] 本发明通过形成具有凸出部的膜本体,并且在凸出部上开设具有预定深度的沟槽,这样,爆轰驱动激波风洞成型膜在爆轰波传播到达时,能够按照设计指定的方式快速充分地破裂,降低了破膜需要的能量,减小了破裂膜片运动距离和速度,进一步提高了爆轰驱动激波风洞的对于高超声速流动可模拟的范围。

### 附图说明

[0013] 以下基于下面附图中的非限制性实施例对本发明作进一步的阐述。

[0014] 图 1 是本发明爆轰驱动激波风洞成型膜的安装示意图;

[0015] 图 2 为图 1 中沿箭头 A 方向看的凸出部的结构示意图。

### 具体实施方式

[0016] 如图 1、2 示,爆轰驱动段 1 通过法兰与被驱动段 3 连接,在爆轰驱动段 1 和被驱动段 3 之间的隔离膜片采用成型的不锈钢成型膜本体 2。不锈钢成型膜本体 2 具有中心半球形突起形状的凸出部 4,其半径为球面半径,选择爆轰驱动段管 1 半径的 70%,过渡区域采用圆弧过渡。在不锈钢成型膜本体 2 的凸出部 4 表面加工十字形的沟槽 5,沟槽 5 的深度为成型膜本体 2 的厚度的一半。

[0017] 采用带凸出部 4 和十字形沟槽的成型膜,当逐渐提高膜片两侧的气体压力差至膜片裂开时,凸出形状 of 膜片承受材料应力自外缘到中心区逐渐增加,中心区材料应力最大,成型膜破裂从中心开始,预加工十字形沟槽保证裂缝的发展按着预期的十字沟槽方向发展。因此采用成型膜后,膜片按照预期设定的方式破裂,相对于平膜片的随机破裂方式,可以减小膜片过程中碎膜的产生,特别是大块的碎膜,避免风洞下游其它部分被高速运动的碎膜损伤。

[0018] 本项发明通过对不锈钢膜片进行预加工、使其中心区域具有初始特定的球面形状,并在膜片中心加工指定深度的方槽结构。在爆轰驱动激波风洞运行的应用中,成型后的不锈钢膜片可以快速的破裂、裂口充分张开,可以提高爆轰驱动激波风洞的重复性与可靠性,并达到较高的风洞驱动能力。

[0019] 爆轰驱动激波风洞成型膜在爆轰波传播到达时,能够按照设计指定的方式快速充分地破裂,降低了破膜需要的能量,减小了破裂膜片运动距离和速度,进一步提高了爆轰驱动激波风洞的对于高超声速流动可模拟的范围。

[0020] 通过采用成型膜技术,在激波风洞运行中,可以使膜片质量损失比( $[ \text{实验前膜片质量} - \text{实验后膜片质量} ] / \text{实验前膜片质量} \times 100\%$ )由原来的 5~10% 减小至 1~2%。

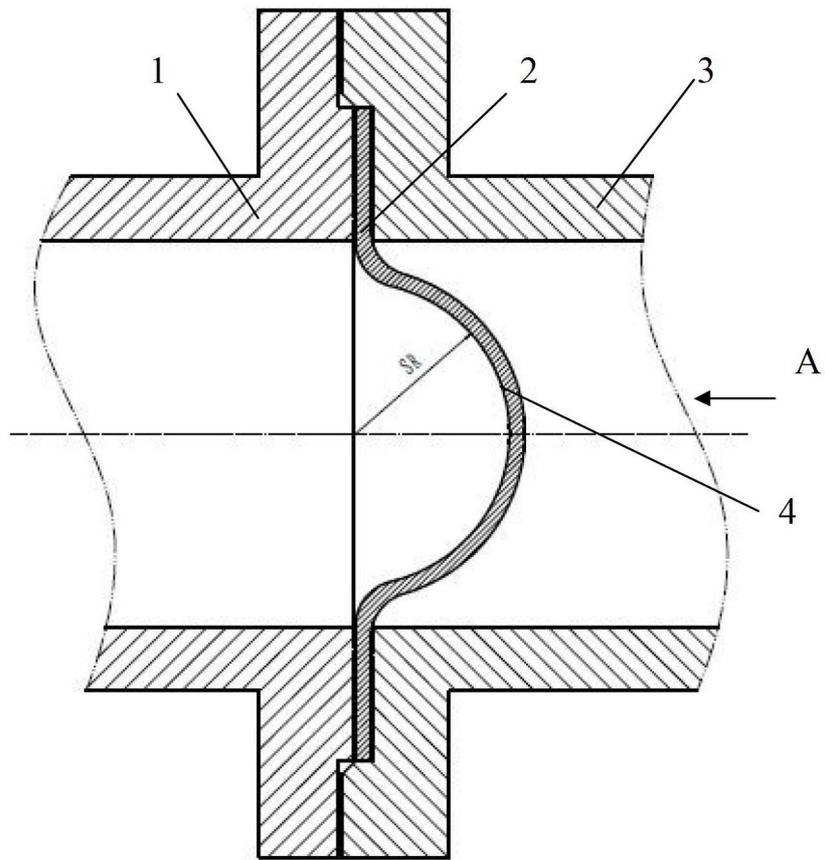


图 1

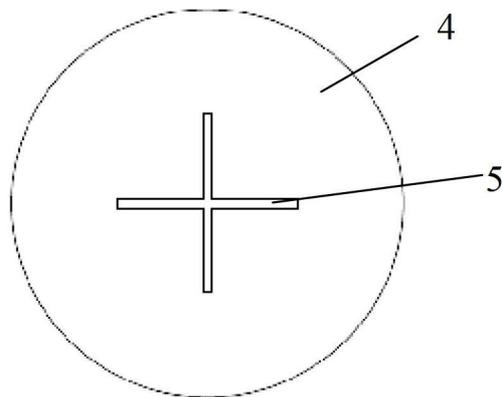


图 2