



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112124618 A

(43) 申请公布日 2020.12.25

(21) 申请号 202011140651.2

(22) 申请日 2020.10.22

(71) 申请人 太原科技大学

地址 030024 山西省太原市万柏林区窰流路66号

(72) 发明人 李昕涛

(74) 专利代理机构 太原中正和专利代理事务所
(普通合伙) 14116

代理人 焦进宇

(51) Int. Cl.

B64F 5/10 (2017.01)

G06T 17/00 (2006.01)

G06F 30/15 (2020.01)

G06F 30/20 (2020.01)

B64C 33/02 (2006.01)

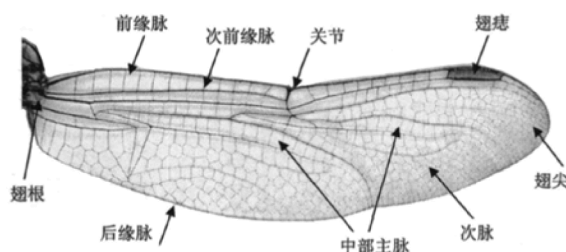
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54) 发明名称

类蜻蜓扑翼机机翼制造方法

(57) 摘要

本发明属于微型飞行器技术领域,具体涉及一种仿蜻蜓翅膀的扑翼机机翼制造方法;具体技术方案为:类蜻蜓扑翼机机翼制造方法,包括以下步骤:一、对蜻蜓翅膀进行电子扫描,得蜻蜓翅膀的3D电子扫描图像;二、根据3D电子扫描图像在计算机中绘制3D图纸;三、按照分形几何学原理对3D图纸进行等比例迭代缩放;四、按照迭代缩放后的图纸裁剪手撕钢片,对手撕钢片的皱褶采用冲压成型;五、在手撕钢片表面喷涂纳米涂层,按照蜻蜓翅膀的经络增加涂层厚度,制得类蜻蜓扑翼机翅膀;本发明采用电子扫描的方式对蜻蜓翅膀进行扫描,扫描数据精确完整,可获得更加精确的蜻蜓翅膀褶皱结构三维模型,采用手撕钢来加工机翼,尺寸精度高,重量轻,仿真度高。



1. 类蜻蜓扑翼机机翼制造方法,其特征在于,包括以下步骤:
 - 一、对蜻蜓翅膀进行电子扫描,得蜻蜓翅膀的3D电子扫描图像;
 - 二、根据3D电子扫描图像在计算机中绘制3D图纸;
 - 三、按照分形几何学原理对3D图纸进行等比例迭代缩放;
 - 四、按照迭代缩放后的图纸裁剪手撕钢片,对手撕钢片的皱褶采用冲压成型;
 - 五、在手撕钢片表面喷涂纳米涂层,按照蜻蜓翅膀的经络增加涂层厚度,制得类蜻蜓扑翼机翅膀。

类蜻蜓扑翼机机翼制造方法

技术领域

[0001] 本发明属于微型飞行器技术领域,具体涉及一种仿蜻蜓翅膀的扑翼机机翼制造方法。

背景技术

[0002] 蜻蜓堪称为翼昆虫界的战斗机,具有优异的飞行本领,是微型扑翼飞行器最合适的仿生对象。蜻蜓通过振动翅膀,产生不同于周围大气的局部不稳定气流,利用气流产生的涡流上升,能在很小的推力下翱翔,甚至可以在几乎不消耗能量的情况下滑翔很长一段距离。蜻蜓飞行常表现为拍动、滑翔和悬停等姿态,尤其是在炎热天气时,滑翔飞行更是蜻蜓最常采用的飞行方式。滑翔飞行不仅可以降低翅膀的扑动频率,减少能量消耗,还可以利用空气对流等方法进行体温调节。此外,蜻蜓单个翅膀的展弦比约为5,远大于其他昆虫,可通过消耗很少的能量得到较好的滑翔飞行能力。

[0003] 近年来,随着对昆虫飞行机理的深入了解和不断完善的空气动力学,以及相关的微电子机械技术、性能优异的新型材料、微电子控制系统技术、仿生学、空气动力学、动力及能源系统、导航系统等快速发展。与仿生蜻蜓扑翼相关的技术已经成为一个前沿科技的研究课题,尤其是在军事领域和民用领域均具有潜在的应用前景。

发明内容

[0004] 为解决现有技术存在的技术问题,本发明提供了一种类蜻蜓扑翼机机翼的制造方法,采用机翼仿照蜻蜓的翅膀进行制作,仿真度高,质量轻,稳定性好,承载能力强。

[0005] 为实现上述目的,本发明所采用的技术方案为:类蜻蜓扑翼机机翼制造方法,其特征在于,包括以下步骤:

- 一、对蜻蜓翅膀进行电子扫描,得蜻蜓翅膀的3D电子扫描图像;
- 二、根据3D电子扫描图像在计算机中绘制3D图纸;
- 三、按照分形几何学原理对3D图纸进行等比例迭代缩放;
- 四、按照迭代缩放后的图纸裁剪手撕钢片,对手撕钢片的皱褶采用冲压成型;
- 五、在手撕钢片表面喷涂纳米涂层,按照蜻蜓翅膀的经络增加涂层厚度,制得类蜻蜓扑翼机翅膀。

[0006] 本发明与现有技术相比,具体有益效果体现在:

一、本发明采用电子扫描的方式对蜻蜓翅膀进行扫描,扫描数据精确完整,可获得更加精确的蜻蜓翅膀褶皱结构三维模型。

[0007] 二、本发明采用手撕钢来加工机翼,尺寸精度高,既能够满足机翼的强度、延展性和韧性需求,又具有高强度、韧性强、耐腐蚀、抗氧化和高屏蔽性的特性。

[0008] 三、本发明采用喷头纳米涂层来仿真蜻蜓翅膀的经络,重量轻,仿真度高。

附图说明

[0009] 图1为蜻蜓前翅的结构图。

[0010] 图2为蜻蜓前翅的3D模型图。

具体实施方式

[0011] 为了使本发明所要解决的技术问题、技术方案及有益效果更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对本发明进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0012] 类蜻蜓扑翼机机翼制造方法,具体步骤为:

首先运行三维建模软件CATIA,通过逆向工程的方法将图1中的高清蜻蜓前翅数码图片导入软件CATIA,利用样条曲线拟合纵横交错的翅脉,建立蜻蜓前翅的轮廓,然后填充轮廓形成翅膜曲面,根据实际测量皱褶结构深度和夹角的数据,偏转与之相对应翅膜面,翅脉和翅膜的空间分布形成前翅上的皱褶结构,赋予翅膜厚度和翅脉的形状与尺寸,翅膜镶嵌在圆管状翅脉上,最终得到如图2所示的蜻蜓三维褶皱前翅的3D模型。

[0013] 由于实际的蜻蜓翅膀较小,不利于制造,将蜻蜓的翅膀等比例放大,其翅脉按照分形几何学进行扩充,翅脉的大小与真实的蜻蜓的翅脉一致。根据如图2所示的3D模型,将蜻蜓的三维前翅在软件中展开成一个平面;按照该平面激光裁剪手撕钢片,对裁剪后的手撕钢进行冲压成形,得到类蜻蜓三维褶皱前翅机翼。

[0014] 其中,在本发明中用到的手撕钢为厚度0.02-0.5mm、宽度600-1000mm的不锈钢片/不锈钢箔。

[0015] 对冲压成形的手撕钢类蜻蜓三维褶皱前翅机翼进行残余应力释放,静置一段时间后,采用不锈钢表面上沉积功能梯度纳米多层涂层的方法对机翼表面喷涂,实现蜻蜓翅膀的防水和翅脉的制造。

[0016] 不锈钢表面上沉积功能梯度纳米多层涂层的方法,该方法包括以下步骤:

步骤一、通过空心阴极电子束辅助脉冲偏压多弧离子镀沉积在钢工件表面上的Cr基层;

步骤二、在Cr基层上沉积CrN过渡层;

步骤三、在所述CrN过渡层上沉积Cr(C,N)(或(Cr,Si)N)梯度层;

步骤四、通过空心阴极电子束辅助多弧离子镀和脉冲偏压离子束辅助磁控溅射在Cr(C,N)梯度层上沉积(Cr,Al,Si)(C,N)表面层,功能梯度纳米多层涂层的总厚度为3至5 μm ,表面硬度值为HV2400至3600。

[0017] 步骤一的具体操作步骤为:通过惰性气体入口装置将Ar气引入反应炉中;反应炉内的真空度保持在 $(5.0\text{至}9.0)\times 10^{-3}\text{Pa}$,空心阴极放电电子枪的电流为80至120A,施加在钢制工件上的负偏压为-200。每个独立的是50到80A,工作时间是15到30分钟,温度不超过300 $^{\circ}\text{C}$ 。

[0018] 步骤二的具体操作步骤为:通过惰性气体入口装置将Ar和N₂气体引入反应炉中,引入的N₂气体的流速为80-200ml/min,保持反应炉内的真空度(2.0-5.0)并且每个独立地为50-80A,并且空心阴极放电电子枪的电流为120-160A,并且对钢工件施加脉冲负偏压:-200~-100V,工作时间20~40min,和温度为不超过300 $^{\circ}\text{C}$ 。

[0019] 步骤三的具体操作步骤为:通入的 N_2 气流量为400~800ml/min,使得 $C_2H_2:N_2$ 体积流量比为 $C_2H_2:N_2=(5\sim 20\%):(80\sim 95\%)$,将Ar气引入反应炉中,反应炉内的真空度保持在 $(2.0\sim 5.0)\times 10^{-2}Pa$ 。四Cr目标电弧的阴极电弧目标电流并且各自独立为50-80A,空心阴极放电电子枪的电流为120-160A,施加在钢制工件上的负偏压为-200-100V,工作时间为20-40min和温度为不超过300℃。

[0020] 步骤四的具体操作步骤为:引入的 N_2 气体的流速为400-800ml/min,将Ar和 C_2H_2 气体引入反应炉中,使引入的气体与Ar的体积流量比为: $C_2H_2:N_2$ 为 $(5\sim 10\%):(8\sim 15\%):(75\sim 87\%)$ 保持反应器内的真空度 $(2.0\sim 5.0)\times 10^{-2}Pa$,空心阴极放电电子枪的电流为120-160A,两个Cr靶电弧源阴极两个(A1,Si)靶磁控溅射源电流相同或不同,每个独立地为2.0到4.0A,两个(A1,Si)靶磁控溅射源相同或不同,各靶组分比独立地为 $A1:Si=(80\sim 90at\%):(10\sim 20at\%)$,施加在钢制工件上的负偏差:-200~-100V,工作时间为60~120min,和温度为不超过300℃。

[0021] 通过上述方法,在手撕钢片表面喷涂纳米涂层以进一步制造翅脉。

[0022] 采用背胶纸贴于手撕不锈钢表层,采用激光烧损翅脉的纸,进行上述第二层涂层的喷涂,依次反复,根据蜻蜓翅脉的实际宽厚,如前缘脉较粗,就多喷几次,喷涂完成后,即完成类蜻蜓翅膀前翅的制造。

[0023] 采用同样的步骤完成蜻蜓后翅的制造。

[0024] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包在本发明范围内。

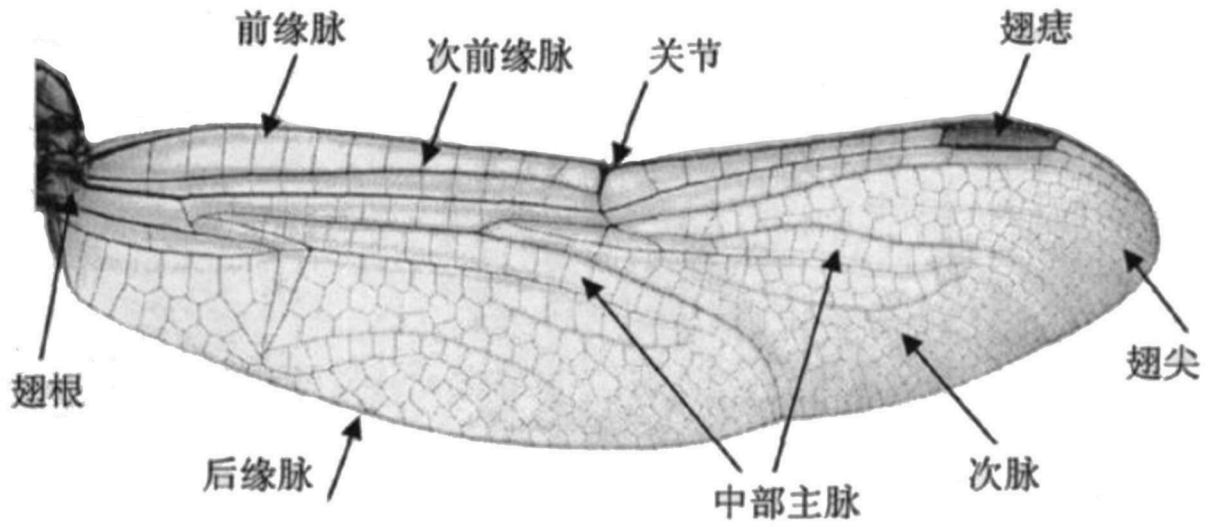


图1

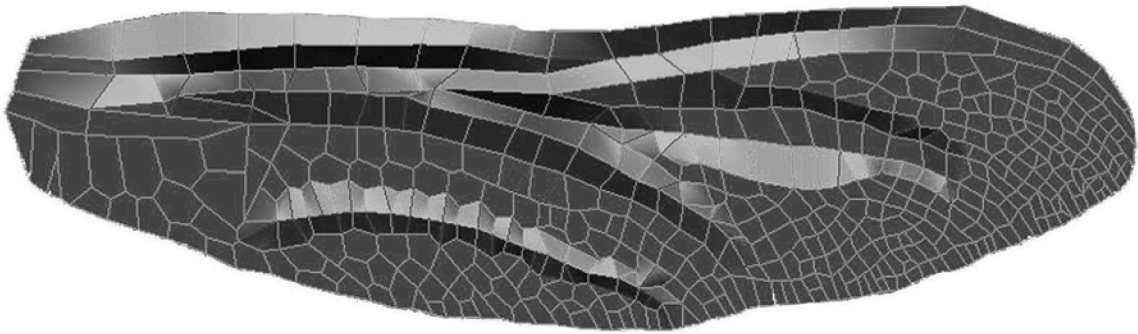


图2