



## (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 119683041 A

(43) 申请公布日 2025. 03. 25

(21) 申请号 202411913653.9

(22) 申请日 2024.12.24

(71) 申请人 中国航空工业集团公司成都飞机设计研究所

地址 610091 四川省成都市青羊区日月大道1610号成都飞机设计研究所计划发展部

(72) 发明人 姚远 林杰 李军 罗天佑  
徐一鸣 左健巍

(74) 专利代理机构 中国航空专利中心 11008  
专利代理师 陆峰

(51) Int. Cl.

B64U 30/12 (2023.01)

B64U 20/50 (2023.01)

B64U 80/70 (2023.01)

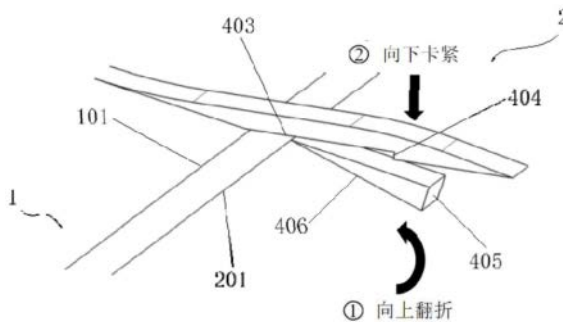
权利要求书1页 说明书5页 附图4页

### (54) 发明名称

一种自锁卡扣、折叠机翼、筒式折叠翼无人机

### (57) 摘要

本发明公开了一种自锁卡扣、折叠机翼、筒式折叠翼无人机。包括弹性卡勾(401)和滑坡(402),弹性卡勾(401)底面设有卡槽(403),卡槽(403)深度沿弹性卡勾(401)长度方向递增,卡槽(403)底面的头端与弹性卡勾(401)底面连接,卡槽(403)底面的尾端经立直面A(404)与弹性卡勾(401)底面连接;滑坡(402)整体呈直角三角块,滑坡(402)顶面为直角三角块的斜面,尾端为直角三角块的立直面B(405),底面为直角三角块的平直面(406);自锁卡扣扣合时,卡槽(403)底面与滑坡(402)顶面对合,立直面A(404)与立直面B(405)对合。本发明具有收纳空间小、折叠机构简单、能有效改善机翼气动特性的特点。



1. 一种自锁卡扣,其特征在于,包括弹性卡勾(401)和滑坡(402),弹性卡勾(401)底面设有卡槽(403),卡槽(403)深度沿弹性卡勾(401)长度方向递增,卡槽(403)底面的头端与弹性卡勾(401)底面连接,卡槽(403)底面的尾端经立直面A(404)与弹性卡勾(401)底面连接;滑坡(402)整体呈直角三角块,滑坡(402)顶面为直角三角块的斜面,尾端为直角三角块的立直面B(405),底面为直角三角块的平直面(406);自锁卡扣扣合时,卡槽(403)底面与滑坡(402)顶面对合,立直面A(404)与立直面B(405)对合。

2. 根据权利要求1所述的自锁卡扣,其特征在于,弹性卡勾(401)顶面呈流线型。

3. 一种安装有权利要求1或2所述自锁卡扣的折叠机翼,其特征在于,包括主翼(1),主翼(1)尾端底面经半内埋式铰链(3)与延长后缘(2)连接;所述自锁卡扣(4)的弹性卡勾(401)安装于主翼(1)尾端顶面,滑坡(402)经平直面(406)安装于延长后缘(2)头端顶面;卡槽(403)底面的头端与主翼尾端端面(101)对齐,滑坡(402)头端与延长后缘头端端面(201)对齐。

4. 根据权利要求3所述的折叠机翼,其特征在于,延长后缘(2)宽度与翼型弦长比值为 $30\% \pm 10\%$ 。

5. 根据权利要求3所述的折叠机翼,其特征在于,展开状态下,主翼尾端端面(101)与延长后缘头端端面(201)对合,主翼(1)尾端型面与延长后缘(2)头端型面平滑过渡。

6. 根据权利要求3所述的折叠机翼,其特征在于,所述的半内埋式铰链(3)为片状铰链,包括铰链片A(301)、铰链片B(302)、转轴(303)和扭簧(304);其中铰链片A(301)和铰链片B(302)绕转轴(303)能够实现 $180^\circ$ 旋转,扭簧(304)的弹性能够使两铰链片在自由状态下呈展开状态;铰链片A(301)半内埋于主翼(1)尾端底面,铰链片B(302)半内埋于延长后缘(2)头端底面。

7. 根据权利要求3所述的折叠机翼,其特征在于,所述的主翼(1)与延长后缘(2)间经一个以上的半内埋式铰链(3)连接。

8. 根据权利要求3所述的折叠机翼,其特征在于,所述的主翼(1)与延长后缘(2)间经一个以上的自锁卡扣(4)锁合。

9. 一种筒式折叠翼无人机,其特征在于,安装有权利要求3-8任一所述的折叠机翼。

## 一种自锁卡扣、折叠机翼、筒式折叠翼无人机

### 技术领域

[0001] 本发明属于无人飞行器技术领域,具体涉及一种自锁卡扣、折叠机翼、筒式折叠翼无人机。

### 背景技术

[0002] 筒式折叠翼无人机具备可折叠和展开的机翼,折叠状态下能够储存在收纳筒中,便于运输,可用于单人执行任务。目前,筒式折叠翼无人机通常在展向进行折叠,必然面临机翼弦向尺寸受到收纳筒限制的问题:一方面机翼弦长较小,雷诺数受限,导致无人机气动特性较差,气动效率下降;另一方面机翼主翼积受限,且提升空间有限,导致无人机承载能力受限。虽然有的折叠翼无人机在收纳时选择将后缘折叠来取得更大的机翼尺寸,但仍然面临以下问题:其一是机翼折叠后要在高度方向付出较多空间代价,收纳效果较差;其二是这类飞机机翼通常采用主动折叠机构,折叠机构复杂,可靠性低,并且会带来额外的重量,参见图9。综上所述,无论是只在展向折叠,还是采用常见的后缘折叠方式,都不利于无人机综合性能的提升。因此,寻求一种收纳空间小、折叠机构简单、能有效改善机翼气动特性的后缘折叠机构,成为当前筒式折叠翼无人机设计领域的重难点内容。

### 发明内容

[0003] 本发明的目的是:提供了一种自锁卡扣、折叠机翼、筒式折叠翼无人机。本发明具有收纳空间小、折叠机构简单、能有效改善机翼气动特性的特点。

[0004] 本发明的技术方案是:一种自锁卡扣,包括弹性卡勾和斜坡,弹性卡勾底面设有卡槽,卡槽深度沿弹性卡勾长度方向递增,卡槽底面的头端与弹性卡勾底面连接,卡槽底面的尾端经立直面A与弹性卡勾底面连接;斜坡整体呈直角三角块,斜坡顶面为直角三角块的斜面,尾端为直角三角块的立直面B,底面为直角三角块的平直面;自锁卡扣扣合时,卡槽底面与斜坡顶面对合,立直面A与立直面B对合。

[0005] 前述的自锁卡扣中,弹性卡勾顶面呈流线型。

[0006] 一种安装有前述自锁卡扣的折叠机翼,包括主翼,主翼尾端底面经半内埋式铰链与延长后缘连接;所述自锁卡扣的弹性卡勾安装于主翼尾端顶面,斜坡经平直面安装于延长后缘头端顶面;卡槽底面的头端与主翼尾端端面对齐,斜坡头端与延长后缘头端端面对齐。

[0007] 前述的折叠机翼中,延长后缘宽度与翼型弦长比值为 $30\% \pm 10\%$ 。

[0008] 前述的折叠机翼中,展开状态下,主翼尾端端面与延长后缘头端端面对合,主翼尾端型面与延长后缘头端型面平滑过渡。

[0009] 前述的折叠机翼中,所述的半内埋式铰链为片状铰链,包括铰链片A、铰链片B、转轴和扭簧;其中铰链片A和铰链片B绕转轴能够实现 $180^\circ$ 旋转,扭簧的弹性能够使两铰链片在自由状态下呈展开状态;铰链片A半内埋于主翼尾端底面,铰链片B半内埋于延长后缘头端底面。

[0010] 前述的折叠机翼中,所述的主翼与延长后缘间经一个以上的半内埋式铰链连接。

[0011] 前述的折叠机翼中,所述的主翼与延长后缘间经一个以上的自锁卡扣锁合。

[0012] 一种筒式折叠翼无人机,安装有前述的折叠机翼。

[0013] 本发明的优点是:本发明将翼型后缘以薄板形式延长,利用弹簧力矩完成展开,通过自锁卡扣实现锁定,一方面有效节省了收纳空间,另一方面简化了折叠机构,有效提升了机翼弦长和主翼积。具体地,具有以下有益效果:

[0014] 1、相比于无后缘折叠的折叠翼无人机,该后缘延长折叠锁定机构可将折叠翼无人飞机翼弦长分别增大30%以上,从而将折叠翼无人机的机主翼积和巡航雷诺数分别增大30%以上,进而将折叠翼无人机的承载能力增大20%以上、巡航升阻比提升10%以上,飞行性能得到显著增强。

[0015] 以巡航速度15m/s、巡航升力系数0.86、翼展2m、筒体尺寸0.25m的筒式折叠翼无人机为例,受到筒体尺寸限制,无折叠后缘时,飞机机翼弦长最大不超过0.25m。采用后缘折叠方案后,飞机机翼弦长可增大至0.325m以上,飞机机主翼积可由 $0.5\text{m}^2$ 增大至 $0.65\text{m}^2$ ,飞机翼型的巡航雷诺数可从250000增大至330000,飞机巡航升阻比则提升了20%。因此飞机起飞重量可由6.04kg增加至7.86kg,但所需推力只需从0.357kg增加至0.393kg,参见图8。

[0016] 2、延长后缘为薄板形状,与翼型尾部平滑过渡,折叠后能有效降低高度方向的收纳空间。

[0017] 3、延长后缘与主翼之间通过半内埋式铰链连接,通过铰链扭簧提供的弹力将后缘展开,简单可靠,半内埋设计能降低飞行阶段的阻力。

[0018] 4、后缘展开后,能够借助气动力进一步向上翻折,直至主翼与延长后缘的分离面(主翼尾端端面延长后缘头端端面)接触,省去了复杂的折叠装置。

[0019] 5、主翼与延长后缘上方设置有自锁卡扣结构,能够在两者分离面贴合时实现自锁,结构简单可靠,解锁时只需用手掰动卡勾,操作方便。

[0020] 6、自锁卡扣起始位置均做倒角处理,整体呈流线型,能够有效降低飞行时的机翼阻力。

[0021] 7、相比于常规后缘折叠机构,由薄板后缘、带扭簧铰链、自锁卡扣结构组成的简易后缘延长折叠锁定机构的整体重量可减少60%以上,成本可下降80%以上,具备轻质量、高可靠、低成本的显著优势,实用性大幅提升。

## 附图说明

[0022] 图1为自锁卡扣锁止方式示意图;

[0023] 图2为自锁卡扣解锁方式示意图;

[0024] 图3为折叠机翼结构示意图。

[0025] 图4为自锁卡扣在折叠机翼上连接结构示意图;

[0026] 图5为半内埋式铰链在折叠机翼上连接结构示意图;

[0027] 图6为半内埋式铰链示意图;

[0028] 图7为折叠机翼上展开过程示意图;

[0029] 图8为雷诺数对折叠翼无人机升阻比的影响曲线;

[0030] 图9为波音公司常规后缘折叠机构示意图。

[0031] 其中:1—主翼,101—主翼尾端端面,2—延长后缘,201—延长后缘头端端面,3—半内埋式铰链,301—铰链片,302—铰链片,303—转轴,304—扭簧,4—自锁卡扣,401—卡勾,402—滑坡,403—卡槽,404—立直面A,405—立直面B,406—平直面。

### 具体实施方式

[0032] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述。显然,所描述的实施例是本发明一部分实施例,而不是全部实施例。基于本发明中的实施例,本领域的普通技术人员在没有做出创造性劳动的前提下,所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0033] 下面将详细描述本发明的各个方面的特征和示意性实施例。在下面的详细描述中,提出了许多具体细节,以便提供对本发明的全面理解。但是,对于本领域的技术人员来说很明显的是,本发明可以在不需要这些具体细节中的一些细节的情况下实施。下面对实施例的描述仅仅是为了通过示出本发明的示例来提供对本发明的更好的理解。本发明决不限于下面所提出的任何具体设置和方法,而是在不脱离本发明的精神的前提下覆盖了结构、方法、器件的任何改进、替换和修改。在附图和下面的描述中,没有示出公知的结构和技術,以避免对本发明造成不必要的模糊。

[0034] 需要说明的是,在不冲突的情况下,本发明实施例及实施例中的特征可以互相结合,各个实施例可以相互参考和引用。下面将参考附图并结合实施例来详细说明本发明。

[0035] 实施例1。一种自锁卡扣,参见图1-图7,包括弹性卡勾401和滑坡402,弹性卡勾401底面设有卡槽403,卡槽403深度沿弹性卡勾401长度方向递增,卡槽403底面的头端与弹性卡勾401底面连接,卡槽403底面的尾端经立直面A404与弹性卡勾401底面连接;滑坡402整体呈直角三角块,滑坡402顶面为直角三角块的斜面,尾端为直角三角块的立直面B405,底面为直角三角块的平直面406;自锁卡扣扣合时,卡槽403底面与滑坡402顶面对合,立直面A404与立直面B405对合。

[0036] 前述的弹性卡勾401顶面呈流线型。从而使巡航状态下,卡勾上的气流不会出现明显分离,有效降低飞行阻力。

[0037] 一种安装有前述自锁卡扣的折叠机翼,包括主翼1,主翼1尾端底面经半内埋式铰链3与延长后缘2连接;所述自锁卡扣4的弹性卡勾401安装于主翼1尾端顶面,滑坡402经平直面406安装于延长后缘2头端顶面;卡槽403底面的头端与主翼尾端端面101对齐,滑坡402头端与延长后缘头端端面201对齐。

[0038] 前述的延长后缘2宽度与翼型弦长比值为 $30\% \pm 10\%$ 。

[0039] 展开状态下,主翼尾端端面101与延长后缘头端端面201对合,主翼1尾端型面与延长后缘2头端型面平滑过渡。

[0040] 前述的半内埋式铰链3为片状铰链,包括铰链片A301、铰链片B302、转轴303和扭簧304;其中铰链片A301和铰链片B302绕转轴303能够实现 $180^\circ$ 旋转,扭簧304的弹性能够使两铰链片在自由状态下呈展开状态;铰链片A301半内埋于主翼1尾端底面,铰链片B302半内埋于延长后缘2头端底面。从而减小迎风面积,降低飞行阻力。

[0041] 前述的主翼1与延长后缘2间经一个以上的半内埋式铰链3连接。

[0042] 前述的主翼1与延长后缘2间经一个以上的自锁卡扣4锁合。

[0043] 一种筒式折叠翼无人机,安装有前述的折叠机翼。

[0044] 延长后缘2展开时,首先利用半内埋式铰链3内置的扭簧304提供的弹力释放,随后借助舵面上向上的气动力实现翻折,待主翼尾端端面101与延长后缘头端端面201贴合过程中,斜坡402斜面沿着卡槽403底面运动,贴合时,斜坡402斜面与卡槽403底面贴合,同时立直面A404、立直面B405贴合,使得整个斜坡402楔入卡槽403中,实现自锁;延长后缘2折叠时,首先将弹性卡勾401向上掰开,待斜坡402退出卡槽403解锁后,延长后缘2向下翻折约180°,并将筒式折叠翼无人机收纳在收纳筒中。

[0045] 不同于无折叠后缘的传统筒式折叠翼无人机,一方面折叠后缘在折叠状态下能有效降低无人机在高度方向上的收纳空间,从而能够显著减小发射筒或收纳筒尺寸;另一方面折叠后缘在展开状态下则能够有效增大折叠翼无人机主翼面积和弦长,提高无人机飞行雷诺数,从而能够有效提升筒式折叠翼无人机的有效承载能力和巡航气动效率,使之具备更强的飞行性能。无人机离开发射筒或收纳筒后,延长后缘在扭簧和气动力的共同驱动下实现展开,利用自锁卡扣实现锁紧,结构简单,可靠性高;机翼折叠时,通过掰动卡勾能够实现快速解锁与收纳,操作方便;带有扭簧的铰链为半内埋式设计,自锁卡扣为流线型设计,能够有效降低飞行阶段的阻力,与主翼和延长后缘一体化设计,加工难度低。

[0046] 实施例2。如图3-5所示,一种用于筒式折叠翼无人机的折叠机翼,包括主翼1、延长后缘2、半内埋式铰链3、自锁卡扣4。

[0047] 如图6所示,半内埋式铰链3为片状铰链,其由铰链片A301、铰链片B302、转轴303、扭簧304组成,其中铰链片A301和铰链片B302绕转轴303能够实现180°旋转,扭簧304的弹性能够使两铰链片在自由状态下呈展开状态。半内埋式铰链3在主翼1的下表面沿展向分布,其中铰链片A301沿厚度方向有一半埋在主翼1蒙皮表面内,铰链片B302沿厚度方向有一半埋在延长后缘2内,从而减小迎风面积,降低飞行阻力。

[0048] 如图1、2所示,自锁卡扣4由弹性卡勾401和斜坡402组成,材质为碳纤维复合材料或铝合金。其中,弹性卡勾401与主翼1外蒙皮一体成型,斜坡402与延长后缘2一体成型,一体成型区域均做倒角处理,从而减小飞行阻力。当延长后缘呈展开状态时,弹性卡勾与斜坡能够完全契合,没有缝隙,同时能有效防止延长后缘与主翼脱离。

[0049] 一种用于筒式折叠翼无人机的折叠机翼,其具体工作原理为:

[0050] 1无人机处于发射筒内时,延长后缘2折叠隐藏于主翼1下方,由于延长后缘2自身相对厚度较小,能够有效减小收纳体积;半内埋式铰链3处于压紧状态,依靠发射筒外壁抵抗扭簧304的弹性力;

[0051] 2无人机出筒后,在扭簧304的弹力作用下,铰链片A301和铰链片B302展开,带动延长后缘2绕转轴304向后展开,展开过程参见图7;

[0052] 3延长后缘2绕转轴304转动约180°后,弹性卡勾401与斜坡402发生接触和滑动,当延长后缘2与主翼1完全贴紧时,弹性卡勾401的勾状结构恰好卡在斜坡402的后壁面,自锁卡扣4处于锁紧状态,在飞行状态下延长后缘2和主翼1相对位置相对锁定,不会脱离;

[0053] 4飞行状态下,半内埋式铰链3具有较小的迎风面积,自锁卡扣4呈流线型,均能有效减小飞行阻力;

[0054] 5完成飞行后,收纳机翼时,用手将弹性卡勾401向上掰动抬起,勾状结构从斜坡402的后壁面脱离,自锁卡扣4解锁,随后向下压延长后缘2,使其绕转轴304旋转180度,折叠

隐藏于主翼1下方,将飞机收入发射筒内,随后松手,利用发射筒壁面约束防止后缘展开。

[0055] 最后应该说明的是:以上实施例仅用以说明本发明的技术方案,但本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉本领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内,可以轻易想到各种等效的修改或者替换,这些修改或者替换都应该涵盖在本发明的保护范围之内。

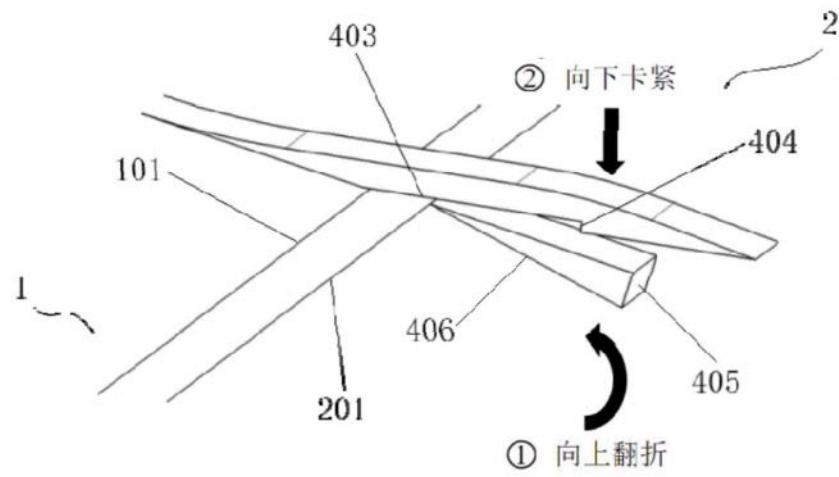


图1

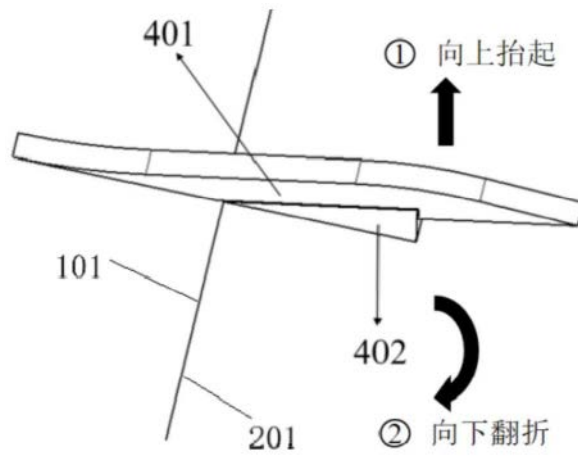


图2

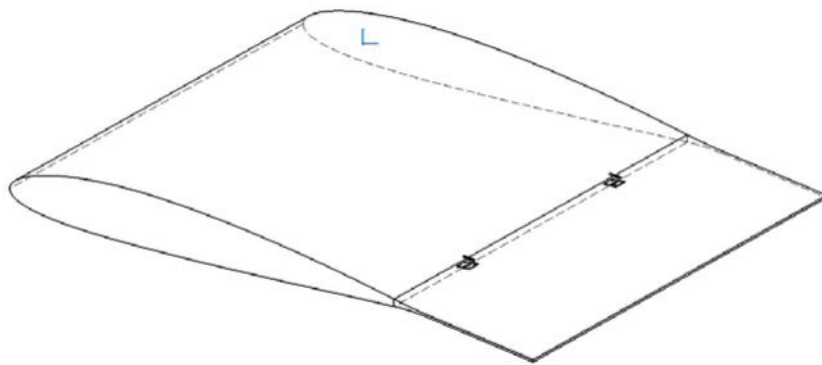


图3

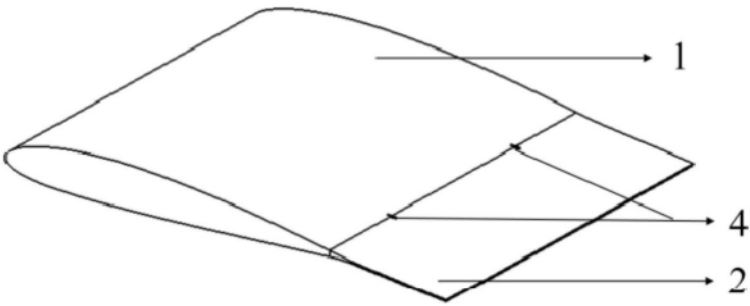


图4

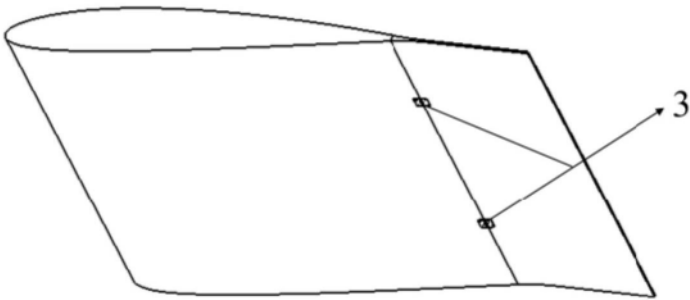


图5

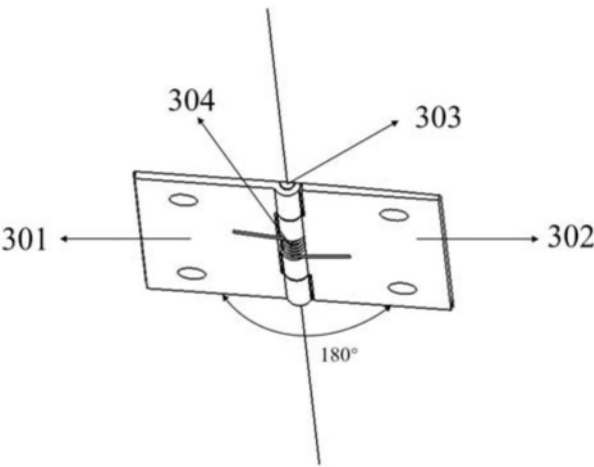


图6

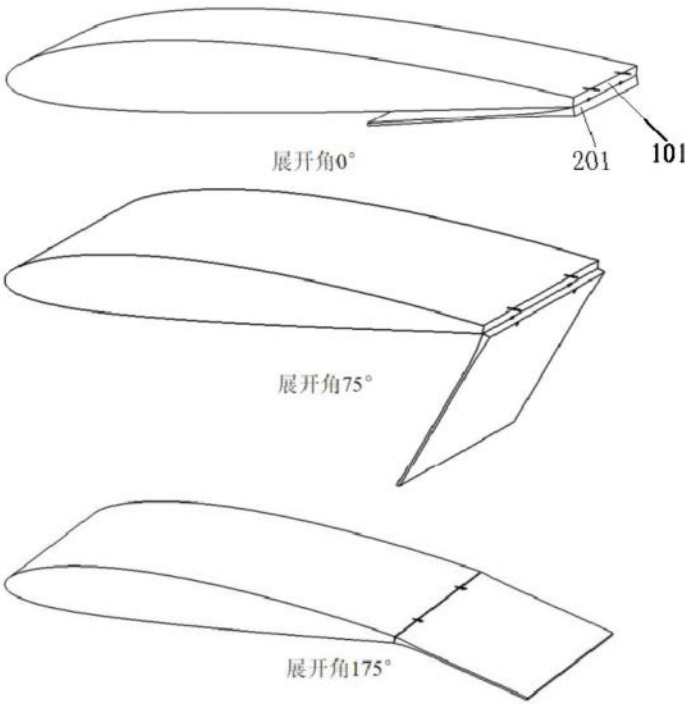


图7

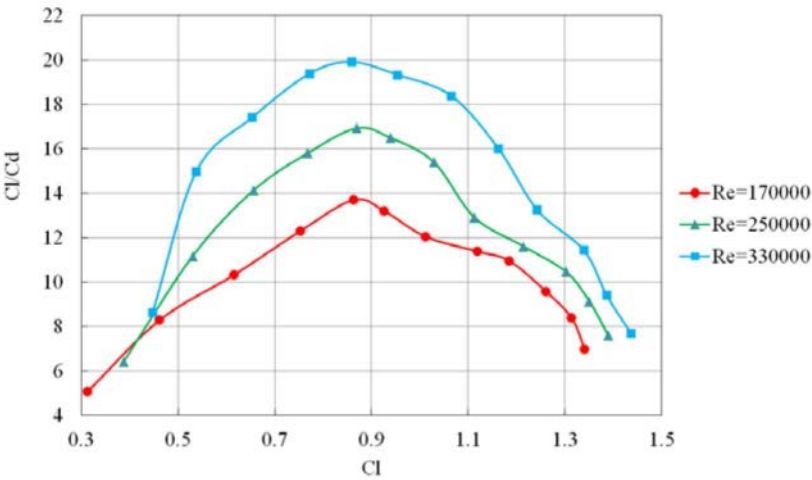


图8

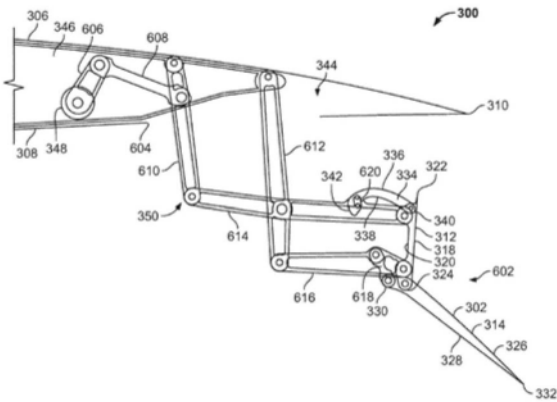


图9