



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103538715 B

(45) 授权公告日 2016. 06. 08

(21) 申请号 201310478819. 4

CA 2663611 A1, 2008. 04. 10,

(22) 申请日 2013. 10. 14

CN 203191252 U, 2013. 09. 11,

(73) 专利权人 航天特种材料及工艺技术研究所
地址 100074 北京市丰台区云岗北里 40 号
院

赵丽滨等. 复合材料 π 接头拉伸力学性能的
试验和计算研究. 《复合材料学报》. 2009, 第 26
卷 (第 2 期),

审查员 黄达飞

(72) 发明人 张涛 王国勇 张东华 程小全
许亚洪 柯红军 李丽英

(74) 专利代理机构 北京君尚知识产权代理事务
所 (普通合伙) 11200

代理人 余长江

(51) Int. Cl.

B64C 1/26(2006. 01)

B29C 70/48(2006. 01)

(56) 对比文件

WO 2010/021707 A1, 2010. 02. 25,

US 2007/0235129 A1, 2007. 10. 11,

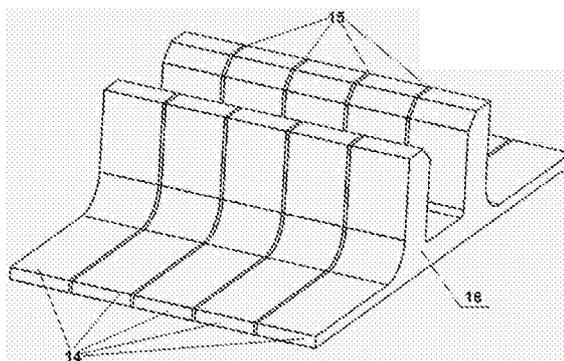
权利要求书1页 说明书4页 附图4页

(54) 发明名称

一种复合材料 π 型耳片式接头及其整体共
固化成型方法

(57) 摘要

本发明涉及一种复合材料 π 型耳片式接头
及其整体共固化成型方法。该 π 型耳片式接头包
括内埋式复合材料骨架和包覆于其外的外层复合
材料蒙皮, 其中内埋式复合材料骨架的叠层面平
行于载荷方向, 主要承受面内弯曲及剪切载荷, 外
层复合材料蒙皮的叠层面沿所述内埋式骨架外表
面的切向。该接头采用预浸料-RTM 共固化工艺成
型。本发明将内埋式骨架的铺层方向设置为与弯
曲及横向剪切载荷共面, 使其能够发挥出复合材
料面内强度高的特点, 再由外层蒙皮将分块的内
埋式骨架包覆为一整体, 使接头结构具有更好的
整体性, 克服了传统 π 型接头承受面外载荷时传
载效率低、接头转角处易分层的缺点。



1. 一种复合材料 π 型耳片式接头,其特征在于:包括内埋式复合材料骨架和包覆于其外的外层复合材料蒙皮,所述内埋式复合材料骨架的叠层面平行于载荷方向,所述外层复合材料蒙皮的叠层面沿所述内埋式复合材料骨架外表面的切向;所述载荷方向为内埋式复合材料骨架主要承担的面内弯曲载荷方向及横向剪切载荷方向,所述外层复合材料蒙皮将所述内埋式复合材料骨架包覆为一整体,使接头结构具有整体性。

2. 如权利要求1所述的复合材料 π 型耳片式接头,其特征在于:所述内埋式复合材料骨架包含若干子块,各子块通过结构胶膜彼此粘接。

3. 如权利要求1所述的复合材料 π 型耳片式接头,其特征在于:所述内埋式骨架子块的预浸料为下列中的一种:低温固化环氧预浸料、中温固化环氧预浸料、高温固化环氧预浸料、双马来酰亚胺预浸料。

4. 如权利要求1所述的复合材料 π 型耳片式接头,其特征在于:所述外层蒙皮的预制体的材料为碳纤维机织物或者多轴向经编织物。

5. 一种权利要求1所述复合材料 π 型耳片式接头的整体共固化成型方法,其步骤包括:

1) 制备内埋式复合材料骨架预制体,其叠层面平行于接头主要承受的面内弯曲载荷方向和剪切载荷方向;

2) 制备外层复合材料蒙皮预制体,其叠层面沿所述内埋式骨架外表面的切向,将内埋式复合材料骨架预制体整体包覆,形成 π 型接头的最终预制体;

3) 根据树脂体系的注射工艺参数及固化制度完成预浸料-RTM共固化工艺过程,实现内埋式骨架与外层蒙皮的整体共固化成型;

4) 冷却后脱模,获得 π 型接头。

6. 如权利要求5所述的方法,其特征在于:所述步骤1)制备的内埋式复合材料骨架包含若干子块,首先根据 π 型接头的外形尺寸确定构成内埋式复合材料骨架的子块数目及子块尺寸,然后制备半固化状态的内埋式骨架子块,再使用结构胶膜将制得的各内埋式骨架子块彼此粘接,组成内埋式骨架预制体。

7. 如权利要求6所述的方法,其特征在于,采用下列方法中的一种制备所述半固化状态的内埋式骨架子块:模压工艺方法、热压罐方法、真空辅助树脂注射方法、膨胀软膜辅助方法、热隔膜方法。

8. 如权利要求6或7所述的方法,其特征在于,所述内埋式骨架子块的预浸料为下列中的一种:低温固化环氧预浸料、中温固化环氧预浸料、高温固化环氧预浸料、双马来酰亚胺预浸料。

9. 如权利要求5至7中任一项所述的方法,其特征在于:所述外层蒙皮的预制体的材料为碳纤维机织物或者多轴向经编织物。

10. 如权利要求5至7中任一项所述的方法,其特征在于,所述RTM共固化工艺采用下列树脂体系中的一种:中温固化RTM环氧树脂、高温固化RTM环氧树脂、RTM双马来酰亚胺树脂。

一种复合材料 π 型耳片式接头及其整体共固化成型方法

技术领域

[0001] 本发明涉及复合材料技术领域,涉及一种复合材料 π 型耳片式接头,及其整体共固化成型方法。

背景技术

[0002] π 型耳片式接头是飞行器结构之间连接的主要形式之一,用于翼面结构与舱体结构之间集中载荷的传递。传统 π 型耳片式结构采用锻造铝合金材料制造,铝合金为各向同性材料,可以有效的将载荷从 π 型接头的耳片处传递至底板。

[0003] 随着使用方对结构轻量化要求的不断提高,采用复合材料替代铝合金材料已成为重要的发展趋势。现有的复合材料 π 型耳片式接头,其纤维取向在耳片与底板过渡区将发生变化,当接头受到弯矩或剪力时,载荷由复合材料层间进行传递。由于复合材料层间性能较差,与传统的铝合金材料之间差距较大,因此从性能上这种结构不能完全替代铝合金结构。

发明内容

[0004] 本发明提出一种新型复合材料 π 型耳片式接头及其整体共固化成型方法。该接头叠层面平行于载荷方向,载荷在叠层面内传递,克服了传统复合材料接头层间传力的缺点,能够大幅提高复合材料接头的承载能力,在不改变结构几何尺寸的条件下,其强度与铝合金 π 型耳片式接头强度相当。

[0005] 本发明将复合材料 π 型耳片式接头设计成一种新型的“骨架—蒙皮”式结构,采用预浸料—RTM共固化工艺成型,通过外层蒙皮将分块的骨架连接成一整体,实现复合材料 π 型接头的整体成型。

[0006] 具体来说,本发明采用如下技术方案:

[0007] 一种复合材料 π 型耳片式接头,包括内埋式复合材料骨架和包覆于其外的外层复合材料蒙皮,所述内埋式复合材料骨架的叠层面平行于载荷方向,所述外层复合材料蒙皮的叠层面沿所述内埋式复合材料骨架外表面的切向。

[0008] 进一步地,所述内埋式复合材料骨架为分块式结构,即包含若干子块,各子块通过结构胶膜彼此粘接。

[0009] 一种制备上述复合材料 π 型接头的整体共固化成型方法,具体步骤如下:

[0010] 1)制备内埋式复合材料骨架预制体,其叠层面平行于载荷方向;

[0011] 2)制备外层复合材料蒙皮预制体,其叠层面沿所述内埋式骨架外表面的切向,将内埋式复合材料骨架预制体整体包覆,形成 π 型接头的最终预制体;

[0012] 3)根据树脂体系的注射工艺参数及固化制度完成预浸料—RTM(树脂传递模塑)共固化工艺过程,实现内埋式骨架与外层蒙皮的整体共固化成型;

[0013] 4)冷却后脱模,获得 π 型接头。

[0014] 进一步地,所述步骤1)制备分块式结构的内埋式复合材料骨架,首先根据 π 型接头的外形尺寸确定构成内埋式复合材料骨架的子块数目及子块尺寸,然后制备半固化状态的

内埋式骨架子块,再使用结构胶膜将制得的各内埋式骨架子块彼此粘接,组成内埋式骨架预制体。

[0015] 进一步地,采用模压工艺方法制备半固化状态的内埋式骨架子块:首先根据子块的截面形状对预浸料进行下料及铺层,然后按照预浸料树脂体系的固化制度进行压制,制得半固化状态的内埋式骨架子块。除模压工艺以外,还可以采用热压罐、VARI(真空辅助树脂注射)、膨胀软膜辅助、热隔膜等工艺方法制备半固化状态的内埋式骨架子块。

[0016] 进一步地,所述内埋式骨架子块的预浸料可为低温固化环氧预浸料、中温固化环氧预浸料、高温固化环氧预浸料、双马来酰亚胺预浸料等。

[0017] 进一步地,所述外层蒙皮的预制体的材料可为碳纤维机织物、多轴向经编织物等。

[0018] 进一步地,所述RTM工艺采用的树脂体系可为中温固化RTM环氧树脂、高温固化RTM环氧树脂、RTM双马来酰亚胺树脂等。

[0019] 本发明的 π 型耳片式接头主要包括内埋式骨架和外层蒙皮两部分,采用预浸料-RTM共固化工艺成型,通过模压工艺方法制备半固化状态的内埋式骨架,再进行外层蒙皮的整体包覆,通过RTM工艺实现结构的整体共固化成型。其中内埋式骨架主要承担面内弯曲载荷及横向剪切载荷,外层蒙皮将分块的内埋式骨架连接成为一整体结构,起到对内埋式骨架的连接和支持作用。

[0020] 本发明针对层合复合材料面内性能优良、层间性能薄弱的特点,将内埋式骨架的叠层面设置为与弯曲及横向剪切载荷方向平行,使其能够发挥出复合材料面内强度高的特点,再由外层蒙皮将分块的内埋式骨架包覆为一整体,其叠层面沿内埋式骨架外表面切向铺放,使接头结构具有更好的整体性,从而解决了传统 π 型接头承受面外载荷时传载效率低、接头转角处易分层的问题。

附图说明

[0021] 图1是实施例中复合材料 π 型耳片式接头结构示意图。

[0022] 图2是实施例中复合材料 π 型耳片式接头截面示意图。

[0023] 图3是实施例中内埋式骨架预制体结构示意图。

[0024] 图4是实施例中复合材料 π 型耳片式接头最终预制体结构示意图。

[0025] 图5A和图5B是实施例中制备的 π 型耳片式接头的实物照片,其中图5A为俯视图,图5B为侧视图。

[0026] 图6是实施例中制备的 π 型接头施加载荷后的照片。

[0027] 图中标号说明:

[0028] 1.耳片,2.外侧转角,3.底板,4.内侧转角,5.长度方向,6.宽度方向,7.高度方向,8.内埋式骨架,9.外层蒙皮,10.内埋式骨架叠层面延展方向,11.蒙皮叠层面延展方向,12.弯曲载荷,13.剪切载荷,14.内埋式骨架子块,15.结构胶膜,16.内埋式骨架预制体,17.外层蒙皮预制体,18.接头最终预制体。

具体实施方式

[0029] 下面通过具体实施例和附图,对本发明做详细的说明。

[0030] 本实施例制作一个复合材料 π 型耳片式接头。图1是该复合材料 π 型耳片式接头结

构示意图,图2是该接头的截面示意图,该接头包括耳片1和底板3,由内埋式骨架8和外层蒙皮9构成,其中2为外侧转角,4为内侧转角,5为长度方向,6为宽度方向,7为高度方向,10为骨架叠层面延展方向,即为载荷作用面方向,11为蒙皮叠层延展方向,即为垂直载荷作用方向,12为弯曲载荷方向,13为剪切载荷方向。该复合材料 π 型耳片式接头的耳片厚度为13mm,底板厚度为6mm,底板宽度为180mm,耳片高度为50mm,接头长度为102mm。 π 型接头外层蒙皮厚度为1mm,内埋式骨架截面几何尺寸为接头截面尺寸向内侧偏移1mm。内埋式骨架分为5个子块。

[0031] 内埋式骨架采用T700/9368中温环氧碳纤维预浸料(预浸料是用树脂基体在严格控制条件下浸渍连续纤维或织物,制成树脂基体与增强体的组合物,是制造复合材料的中间材料),预浸料单层厚度为0.125mm,后固化温度为130℃。外层蒙皮预制体采用T300-3k平纹碳布制备,单层厚度为0.2mm,注射用树脂采用6808中温环氧体系,后固化温度为130℃。

[0032] 内埋式骨架子块的尺寸与数量取决于接头几何形状、整体尺寸、材料体系以及工艺方法所能成型的最大厚度,如T700/9368中温环氧碳纤维预浸料采用模压工艺方法通常可压制不大于25mm的复合材料。而接头尺寸越大,对同一种工艺方法而言,所需要内埋式骨架的数量就越多。在工艺允许条件下,内埋式骨架也可以为完整的一块。

[0033] 上述复合材料 π 型耳片式接头采用预浸料—RTM整体共固化工艺成型,具体实施过程如下:

[0034] 第一步:采用模压工艺方法制备5件半固化状态的内埋式骨架子块14:

[0035] 根据内埋式骨架子块14的截面形状对预浸料进行下料及铺层,铺层方式(指预浸料中增强纤维的取向)设计为准各向同性铺层,本实施例采用 $[45/0/-45/90]_{20s}$ 铺层方式,即准各向同性对称铺层,其中0°铺层方向与主载荷方向平行($[]_{20s}$ 含义为:首先将中括号内铺层进行20次循环铺放,在此基础上铺放与上述铺层对称的铺层)。然后按照预浸料树脂体系的固化制度进行压制,确保内埋式骨架子块14处于半固化状态,每件子块长度为19.9mm。

[0036] 第二步:如图3所示,内埋式骨架子块14脱模后,使用结构胶膜15将各子块彼此粘接,组成内埋式骨架预制体16,结构胶膜厚度为0.1mm,已制备好的内埋式骨架预制体长度为100mm。

[0037] 第三步:如图4所示,采用碳纤维织物制备外层蒙皮预制体17,将内埋式骨架预制体16整体包覆,共包覆5层平纹织物,形成 π 型接头的最终预制体18。

[0038] 第四步:将最终预制体18放置于RTM注射模具中,完成合模。

[0039] 第五步:根据树脂体系的注射条件及固化制度完成RTM(树脂传递模塑)工艺过程,实现内埋式骨架8与外层蒙皮9的整体共固化成型。

[0040] 树脂传递模塑(Resin Transfer Moulding,简称RTM)是将树脂注入到闭合模具中浸润增强材料并固化的工艺方法,其基本原理是将纤维增强材料铺放到闭模的模腔内,用压力将树脂胶液注入模腔,浸透纤维增强材料,然后固化,脱模成型制品。本发明通过RTM工艺实现 π 型耳片式接头结构的整体共固化成型。

[0041] 第六步:冷却后脱模,获得 π 型接头。

[0042] 图5A和图5B是上述方法制备的 π 型耳片式接头的实物照片,其中图5A为俯视图,图5B为侧视图。该 π 型耳片式接头中,内埋式骨架主要承担面内弯曲载荷及横向剪切载荷,外

层蒙皮将分块的内埋式骨架连接成为一整体结构,起到对内埋式骨架的连接和支持作用。内埋式骨架和外层蒙皮的几何尺寸、截面形状、铺层方向可根据载荷条件以及结构刚度、强度的要求确定。这种结构能够克服层合复合材料层间性能薄弱的缺点,具有复合材料面内强度高特点,外层蒙皮将分块的内埋式骨架包覆为一整体,使接头结构具有更好的整体性,与传统 π 型接头相比,其承受面外载荷时传载效率更高、接头转角处不易分层。

[0043] 按本实施例所述方法制备的复合材料 π 型接头与传统复合材料 π 型接头进行了对比试验。实验结果为,传统复合材料接头在载荷施加到9027N时,结构失效,而本实施例所述 π 型接头在载荷施加到12500N时,连接螺栓剪切失效,而复合材料接头并未出现破坏,如图6所示(其中 π 型接头上连接了多个应变片),表明本实施例复合材料 π 型接头承载能力与传统复合材料接头具有明显优势。

[0044] 以上实施例仅用以说明本发明的技术方案而非对其进行限制,本领域的普通技术人员可以对本发明的技术方案进行修改或者等同替换,而不脱离本发明的精神和范围,本发明的保护范围应以权利要求所述为准。

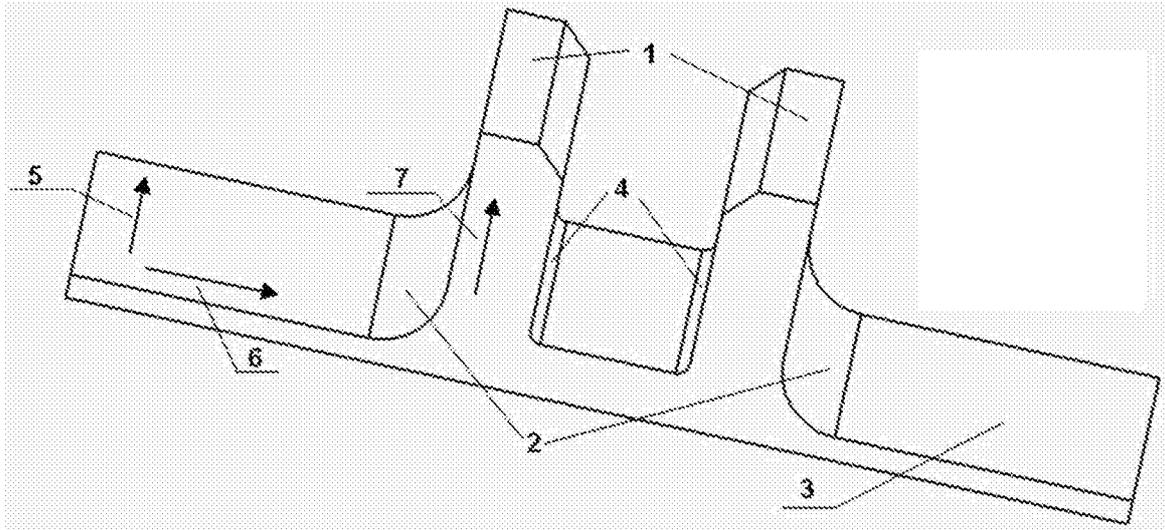


图1

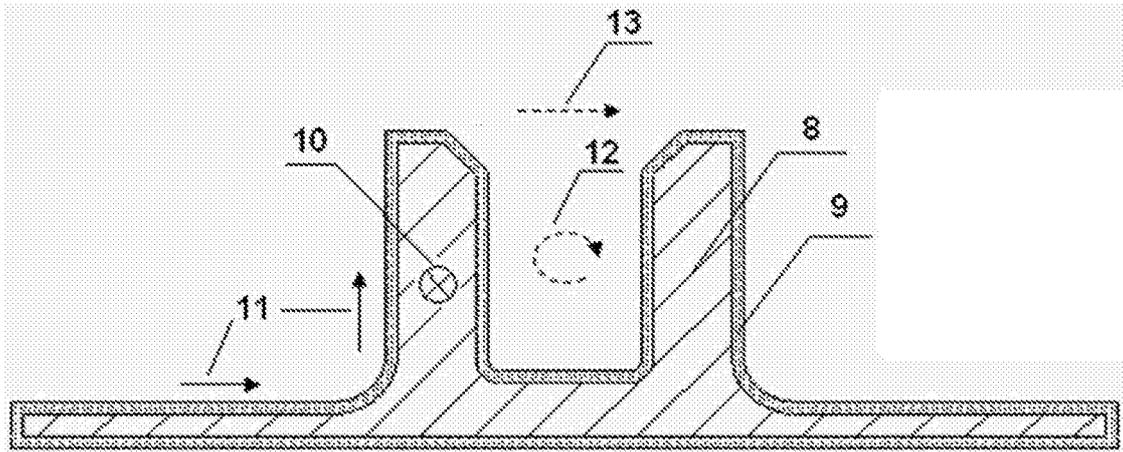


图2

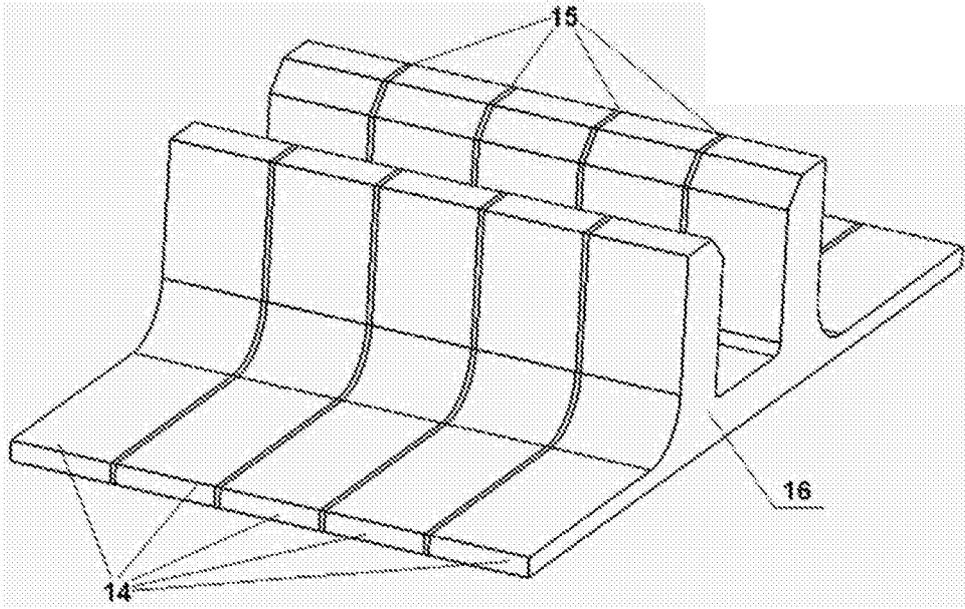


图3

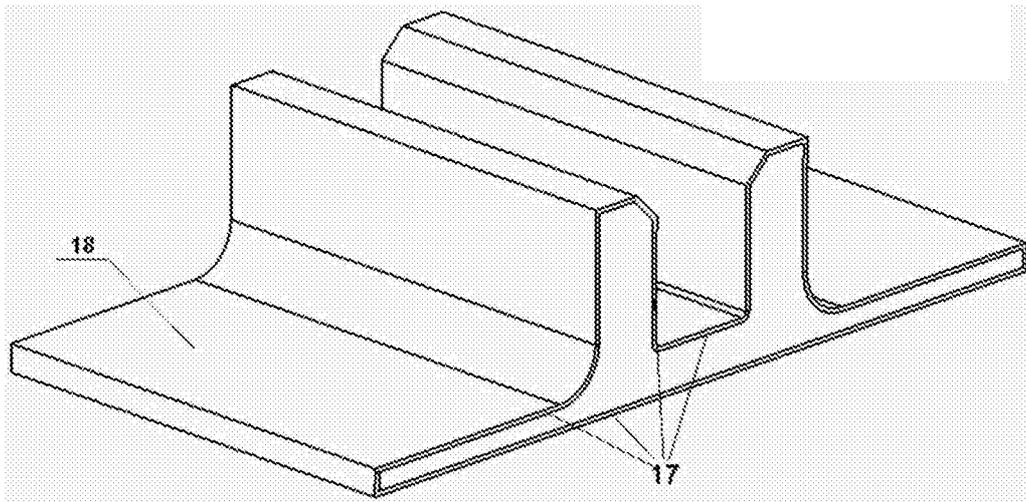


图4

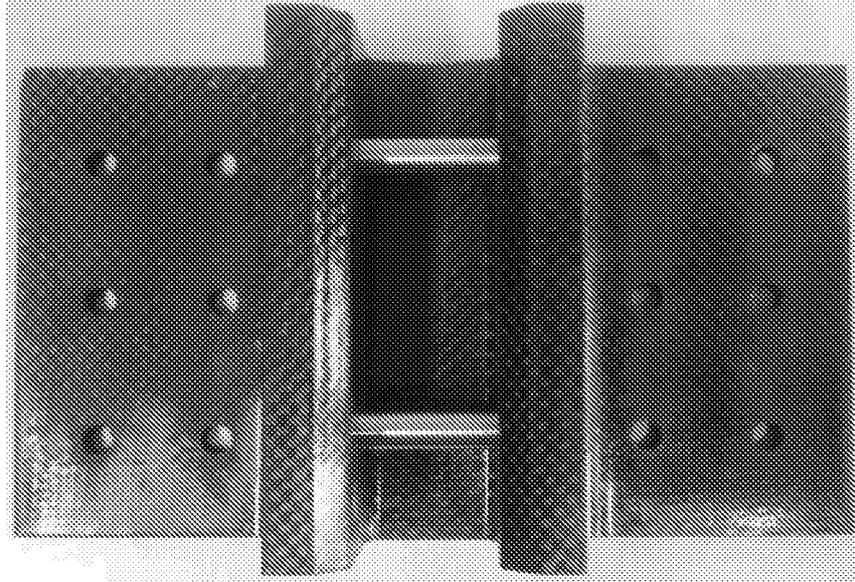


图5A



图5B

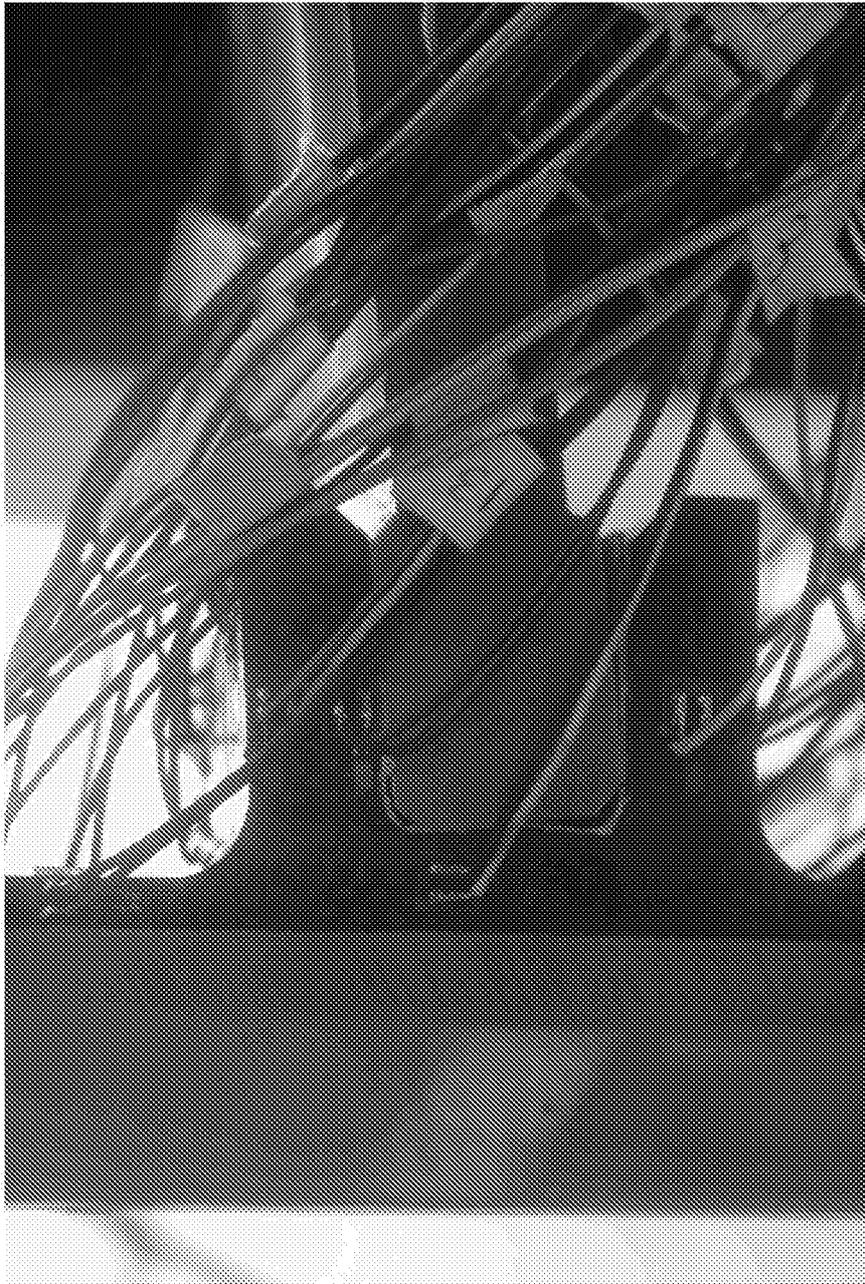


图6