



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103662083 A

(43) 申请公布日 2014. 03. 26

(21) 申请号 201310392534. 9

(22) 申请日 2013. 09. 02

(30) 优先权数据

12182904. 8 2012. 09. 04 EP

61/696, 615 2012. 09. 04 US

(71) 申请人 空中客车运作有限责任公司

地址 德国汉堡

(72) 发明人 埃卡特·弗兰肯贝格尔

(74) 专利代理机构 北京康信知识产权代理有限公司 11240

代理人 余刚 李静

(51) Int. Cl.

B64F 5/00 (2006. 01)

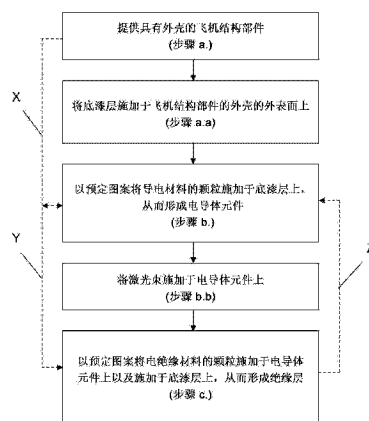
权利要求书2页 说明书8页 附图4页

(54) 发明名称

生产具有设有电导体元件的外壳的飞机结构部件的方法

(57) 摘要

本发明公开了一种用于生产飞机结构部件(1)的方法,所述部件具有设置有电导体元件(17)的外壳(3)。所述方法包括以下步骤:提供具有外壳(3)的飞机结构部件(1);以预定图案将导电材料(11)的颗粒施加到所述飞机结构部件(1)的外壳(3)的外表面(9)上,以使得积聚的导电材料(11)的颗粒沿着外壳(3)的外表面(9)形成电导体元件(17);以及以预定图案将电绝缘材料(13)的颗粒施加到所述飞机结构部件(1)的外壳(3)的外表面(9)上,以使得积聚的电绝缘材料(13)的颗粒形成电导体元件(17)的绝缘层(31)。



1. 一种用于生产具有设有电导体元件(17)的外壳(3)的飞机结构部件(1)的方法,所述方法包括以下步骤:

a. 提供具有外壳(3)的飞机结构部件(1),

b. 以预定图案将导电材料(11)的颗粒施加在所述飞机结构部件(1)的所述外壳(3)的外表面(9)上,以使得积聚的导电材料(11)的颗粒沿着所述外壳(3)的所述外表面(9)形成电导体元件(17),以及

c. 以预定图案将电绝缘材料(13)的颗粒施加在所述飞机结构部件(1)的所述外壳(3)的所述外表面(9)上,以使得积聚的导电绝缘材料(13)的颗粒形成所述电导体元件(17)的绝缘层(31)。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,以使得电路元件形成于所述外壳(3)的所述外表面(9)上的这种顺序并借助于这种预定图案重复地执行步骤b和步骤c。

3. 根据权利要求1或2所述的方法,其特征在于,所述导电材料(11)的颗粒和/或所述电绝缘材料(13)的颗粒借助于喷墨打印装置(15)施加于所述飞机结构部件(1)的所述外壳(3)的所述外表面(9)上。

4. 根据权利要求1至3中的任一项所述的方法,其特征在于,所述电导体元件(17)形成成为闪电保护装置。

5. 根据权利要求4所述的方法,其特征在于,所述闪电保护装置包括多个电导体元件(17)的栅格(19)。

6. 根据权利要求1至3中的任一项所述的方法,其特征在于,所述电导体元件(17)形成成为用于检测所述飞机结构部件(1)上出现的应变的电阻应变仪。

7. 根据权利要求1至3中的任一项所述的方法,其特征在于,所述电导体元件(17)形成成为电阻加热装置。

8. 根据权利要求7所述的方法,其特征在于,所述电阻加热装置包括形成为加热电阻元件的多个电导体元件(17)的栅格(19)。

9. 根据权利要求1至3中的任一项所述的方法,其特征在于,所述电导体元件(17)形成成为用于屏蔽干扰辐射且尤其是用于屏蔽宇宙辐射(34)的屏蔽装置(33)。

10. 根据权利要求9所述的方法,其特征在于,所述屏蔽装置(33)包括多个电导体元件(17)的栅格(19)。

11. 根据权利要求1至3中的任一项所述的方法,其特征在于,所述电导体元件(17)形成成为包括一个或多个照明元件的照明装置。

12. 根据权利要求1至11中的任一项所述的方法,其特征在于,所述飞机结构部件(1)设有具有引脚(39)的至少一个插头元件(37),并且导电材料(11)的颗粒被施加到所述引脚(39)的外表面(41)上,以使得积聚的导电材料(11)的颗粒沿着所述引脚(39)的所述外表面(41)形成导电外接触层(43),所述导电外接触层(43)连接至形成于所述飞机结构部件(1)的所述外壳(3)的所述外表面(9)上的电导体元件(17)。

13. 根据权利要求12所述的方法,其特征在于,另一个飞机结构部件(1)在所述外壳(3)上设有至少一个插座元件(47),所述插座元件(47)具有腔体(49),并且导电材料(11)的颗粒施加到所述插座元件(47)的包围所述腔体(49)的表面(51)上,以使得积聚的导电材料(11)的颗粒沿着所述插座元件(47)的所述表面(51)形成导电接触层(53),所述导电

接触层(53)连接至形成于所述飞机结构部件(1)的所述外壳(3)的所述外表面(9)上的电导体元件(17)。

14. 根据权利要求 12 和 13 所述的方法,其特征在于,至少一个引脚(39)适配于至少一个腔体(49)的内部。

15. 根据权利要求 1 至 14 中的任一项所述的方法,其特征在于,在将导电材料(11)的颗粒施加于飞机结构部件(1)的所述外壳(3)的所述外表面(9)上的步骤之后,执行借助于激光装置(29)将激光辐射(27)施加于所述电导体元件(17)上的步骤。

生产具有设有电导体元件的外壳的飞机结构部件的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于生产具有外壳的飞机结构部件的方法，所述外壳设置有电导体元件。

背景技术

[0002] 本发明含义范围内的飞机结构部件可以是任何种类的飞机结构部件，具体地，是机身或机身区段、翼部或者翼部区段、尾部单元、方向舵、升降机组件、副翼、高升力系统、发动机罩或者诸如此类，以及前述部分。

[0003] 本领域已知的制造飞机结构部件的方法通常在具有外壳的飞机结构部件的组装之后，借助于喷雾枪对所述外壳的外表面进行上漆的步骤，该步骤通常是非常耗费时间的。本领域使用的漆不具有特定的导电性能。飞机结构部件本身通常由特征在于具有一些导电性的金属材料或者纤维复合材料制成。然而，飞机结构部件只可作为整体以颇为扩散的方式传导电流并且未提供离散的电导体元件。

[0004] 然而，设置在飞机结构部件的外壳上的电导体元件可用于一些有利的应用中，诸如闪电保护系统、结构健康监测系统、除冰系统、宇宙辐射屏蔽系统或者照明系统。因此，希望生产具有设置有电导体元件的外壳的飞机结构部件。

[0005] 然而，这相当复杂、昂贵，而且从空气动力学的角度来看，在飞机结构部件的外壳的外表面上安装例如电线形式的电导体路径也是不利的。

发明内容

[0006] 因此，本发明的目的是提供一种用于生产具有设置有电导体元件的外壳的飞机结构部件的简便及有成本效益的方法，其中，电导体元件不会对飞机的飞行特性产生不良影响。

[0007] 用生产具有设置有电导体元件的外壳的飞机结构部件的方法来解决这个问题，所述方法包括以下步骤：

[0008] a. 提供具有外壳的飞机结构部件，

[0009] b. 以预定图案将导电材料的颗粒施加于所述飞机结构部件的外壳的外表面上，以使得积聚的导电材料的颗粒沿着外壳的外表面形成电导体元件，以及

[0010] c. 以预定图案将电绝缘材料的颗粒施加于所述飞机结构部件的外壳的外表面上，以使得积聚的电绝缘材料的颗粒形成电导体元件的绝缘层。

[0011] 通过这种方法，能够以一种可靠而且不复杂的方式通过用导电材料的颗粒的路径涂覆所述外表面并通过用电绝缘材料的颗粒的涂层使所述路径至少部分地绝缘而在飞机结构部件的外壳的外表面上提供电导体元件。导电材料以及电绝缘材料的颗粒可用作涂覆材料，因为颗粒可容易地施加于飞机结构部件的外表面上，例如通过借助于喷墨打印装置的喷墨打印方法进行涂覆。用这种方法，为了在飞机结构部件的外壳的外表面上获得电导体元件的配置（例如，用于闪电保护、健康监测、除冰等的电导体元件的栅格），不会有额外

的独立电导体元件需要安装在飞机结构部件上并且不会有电导体元件从所述飞机结构部件的外壳的外表面突出 来。仍可提供所述外壳的高度平坦的外表面,因为可将导体元件和绝缘层的厚度保持为较小。可提高生产成本效率并且还可改进飞行特性。

[0012] 本发明含义范围内的导电材料的颗粒可以是适用于传导电流的任何种类的材料,尤其是诸如铜、铝、钨、黄铜、铁、铬或者相关合金等金属材料,诸如硅等半导体材料,或者诸如石墨等非金属材料。本发明含义范围内的电绝缘材料的颗粒可以是如塑料的或者陶瓷的材料。然而,也可采用其他材料诸如绝缘带(insulating laquers)。

[0013] 为了增加导电材料的颗粒和电绝缘材料的颗粒在外壳的所述外表面上的粘附力,底漆层可施加在所述飞机结构部件的外壳的外表面上。底漆层可用与施加导电材料和 / 或绝缘材料的颗粒相同的方法施加于外壳的所述外表面上,即,例如,借助于喷墨打印装置施加。

[0014] 电绝缘材料的颗粒可施加于飞机结构部件的外壳的外表面上、底漆层上以及形成电导体元件的导电材料的颗粒上,以使得绝缘层使电导体元件相对于飞机结构部件、底漆层以及环境绝缘,即,根据应用,导电材料的颗粒或者可施加于飞机结构部件的外壳的平坦外表面上、或者可施加于底漆层上、或者可施加于第一绝缘层上。然而,可间断地形成绝缘层,以便在某些位置处电导体元件不绝缘并且可通过如插头或者开关连接至另一个电导体元件。

[0015] 导电材料和电绝缘材料的颗粒施加于飞机结构部件上的预定图案(即外形、侧部尺寸和宽度)受到所述导电材料和 / 或绝缘材料的所述颗粒施加于飞机结构部件的外壳的所述外表面上的位置的临时变化以及施加于外壳的外表面上的导电材料和 / 或绝缘材料的所述颗粒的质量流率所控制。用这样的方式,所述图案控制电导体元件和 / 或绝缘层的延伸的程度(具体为厚度、宽度、长度以及方向及形状),即,预定图案限定电导体元件与绝缘层的路径、形状以及特性。

[0016] 借助于如容纳于飞机结构部件外壳中的铆钉,电导体元件可连接至飞机结构部件的外壳的内表面,并从而连接至所述飞机结构部件的内部。位于外壳外表面处的电导体元件可接触所述铆钉,并且铆钉的金属材料可形成分别针对所述飞机结构部件的内表面以及内部的导体,其中,电信号、电压或者电流可通过计算机处理或者被控制装置控制。

[0017] 根据上述优选地实施方式,以使电路元件形成于外壳的外表面上这样的顺序并通过这样的预定图案来重复执行步骤 b 和 c。本发明含义范围内的电路元件可以是任何种类的电路元件,例如,电阻器、二极管、晶体管、电容器、感应器、运算放大器(operational amplifier 操作放大器)、或者其他电路元件。特别地,可以这种方式形成开关、传感器以及致动器。电绝缘材料的颗粒层与导电材料的颗粒层可交替地施加于飞机结构部件的外壳的外表面,其中,以使得电导体元件的某种结构嵌入电绝缘材料的矩阵中的方式形成各个层,从而一起形成这种电路元件。因此,该实施方式促进致动器(如,开关)在结构部件的外表面上的形成,所述致动器通过铆钉与结构部件的内部连接,因而避免复杂的馈通(feed-throughs,引线)。

[0018] 根据另一优选实施方式,导电材料的颗粒和 / 或电绝缘材料的颗粒借助于喷墨打印装置施加于所述飞机结构部件的外壳的外表面上。这种喷墨打印装置可以是任何种类的喷墨打印装置,尤其是具有气泡喷射式打印头、压电打印头、或者施压阀打印头的按需滴落

式喷墨打印装置。此外,喷墨打印装置的操作,尤其是打印头的操作优选地由数字控制装置控制,其适于进行用于控制打印头的编程,以便以预定图案将导电材料的颗粒与电绝缘材料的颗粒施加于飞机结构部件的外壳的外表面上。

[0019] 喷墨打印装置还可包括距离传感器,适合于测量打印头与待涂覆的表面上对应位置之间的距离,因此,为了形成绝缘层和/或电导体元件的优选平面外表面,对于不同的距离,可对所述表面施加不同量的导电或者电绝缘材料的颗粒。也可设想多个打印头并行地施加导电材料的颗粒与电绝缘材料的颗粒。此外,为了将激光辐射施加到导电材料和/或电绝缘材料的颗粒上,可将激光装置直接设置于喷墨打印装置上或与喷墨打印装置相独立,从而分别激光烧结电导体元件与绝缘层。

[0020] 在另一个优选实施方式中,电导体元件形成为闪电保护装置。尤其是,优选地,闪电保护装置包括多个电导体元件的栅格。以这种方式,电导体元件的栅格沿着飞机结构部件外壳的外表面延伸并优选沿着整个飞机外壳延伸,从而绕所述飞机形成法拉第笼。电导体元件可能没有被绝缘层覆盖至所述外壳的外部,即,电导体元件无遮盖地延伸并且与环境并不绝缘,因此可能的闪电有可能接近电导体元件。然而,电导体元件应当相对于所述电导体元件施加于其上的飞机结构部件的外壳绝缘。这种闪电保护装置在飞机结构部件由纤维复合材料制成的情况下特别有利,因为与通用铝结构相比很多纤维复合材料均显示出较低的电导率,因此不能形成有效的法拉第笼。

[0021] 在可替换的优选实施方式中,电导体元件形成为用于检测发生在所述飞机结构部件上的应变的电阻应变仪。电阻应变仪的预定图案包括一个或多个直导体区段,该直导体区段的宽度与导体区段的长度相比较小,因此导体的基板(在本示例中为结构部件的外壳)沿导体区段的纵向的尺寸方面的变化影响导体区段的横截面的变化,因而影响电阻的变化。电阻应变仪的普通原理在本领域中是已知的。然而,根据本发明的方法允许将多个这种仪器布置于结构部件的外壳上,以便通过相应的电阻变化能容易地检测出部件的尺寸上的变化。单独的电阻应变仪可通过电导体元件连接至健康监测控制装置。

[0022] 根据另一个可替换优选实施方式的电导体元件形成为电阻加热装置。尤其是,优选地,所述电阻加热装置包括形成为加热电阻元件的多个电导体元件的栅格。加热电阻元件的特征在于相当高的电阻,以便通过电流的流动引起发热,并将热传递至它们位于其上的飞机结构部件的外壳。用这种方式,电阻加热装置可用作对相应的飞机结构部件外壳的外表面进行除冰。

[0023] 根据又一个可替换优选实施方式,电导体元件形成为用于屏蔽干扰辐射尤其是宇宙辐射的屏蔽装置。尤其是,优选地,屏蔽装置包括多个电导体元件的栅格。这种电导体元件的栅格(例如,铝材料的栅格或者铜材料的栅格)有效地帮助屏蔽通常会对飞机上的任一乘客或者乘务员造成相当大的健康风险的宇宙辐射或者其他干扰辐射。

[0024] 在另一个可替换优选实施方式中,电导体元件形成为包括一个或多个照明元件的照明装置。可通过嵌入于所述电导体元件中的多个碳纳米管形成这种照明元件。在施加于相应的飞机结构部件的外壳的外表面之前,所述碳纳米管可优选地与导电材料的颗粒混合。然而,也可在将导电材料的颗粒施加至飞机结构部件外壳外表面上之后将碳纳米管施加于所述颗粒的矩阵上,例如混合至载体材料,所述载体材料施加于形成电导体元件的导电材料的颗粒的层上。也可通过喷墨打印装置施加所述载体材料。碳纳米管可以是尤其能

够照明的任何种类的碳纳米管。

[0025] 这种照明元件均可施加于飞机结构部件的外壳的外表面的需要光源的地方。例如,照明元件可施加于翼部的侧部翼尖上以形成航行灯,或者施加于翼部表面和机身以用于服务或者维护的目的。颜色可以是不同的。

[0026] 在另一优选实施方式中,所述飞机结构部件包括至少一个具有引脚的插头元件,其中,导电材料的颗粒施加于所述引脚的外表面上,以使得导电材料的积聚颗粒沿着引脚的外表面形成导电外接触层,所述导电外接触层连接至形成于所述飞机结构部件的外壳的外表面上的电导体元件。为了形成外接触层而施加于引脚的外表面上的导电材料的颗粒可以是与施加于相应的飞机结构部件的外壳的外表面上的导电材料的颗粒同样的材料,并可用与施加于相应的飞机结构部件的外壳的外表面上的导电材料的颗粒相同的方法施加,即,例如借助于喷墨打印装置施加。引脚可以是任何形状的并优选地安装于相应插座元件的腔体中。以这样的方式而获得插头元件形式的电连接元件,所述电连接元件可有助于电连接相应的飞机结构部件内的不同区段,或者可有助于将所述飞机结构部件连接至另一飞机结构部件。

[0027] 尤其是,优选地,另一飞机结构部件包括至少一个具有腔体的插座元件,其中,导电材料的颗粒施加于包围所述腔体的插座元件的表面上,以使得导电材料的积聚颗粒沿着插座元件的表面形成导电接触层,所述导电接触层连接至形成于所述飞机结构部件的外壳的外表面上的电导体元件。为了形成接触层而施加于插座元件的表面上导电材料的颗粒可以是与施加于相应的飞机结构部件的外壳的外表面上的导电材料的颗粒同样的材料,并可用与施加于相应的飞机结构部件的外壳的外表面上的导电材料的颗粒相同的方式施加,即,例如,借助于喷墨打印装置而施加。形成于插座元件中的腔体可以是任何形状的并优选地可容纳相应的插头元件的引脚。以这种方式而获得插座元件形式的电连接元件,所述电连接元件可有助于电连接相应的飞机结构部件内的不同区段,或者将所述飞机结构部件连接至另一飞机结构部件。

[0028] 更具体地,优选地,至少一个引脚安装于至少一个腔体的内部。以这种方式,可在飞机结构部件的彼此可分隔开的两个区段之间建立插塞式连接,例如,在机身的门或者翼部上的副翼的情况中或者在一个飞机结构部件与另一个飞机结构部件之间。插塞式连接保证:这两个部件区段或者飞机结构部件可达到连接状态,其中,插头元件的引脚适配于插座元件的腔体中从而在外接触层与内接触层之间建立电连接;以及达到断开连接状态,其中外接触层和内接触层彼此并不接触。

[0029] 绝缘层可施加于插头的包括引脚的区段上以及施加于插座元件的区段上。然而,为了在插头元件与插座元件之间建立电连接,引脚的外表面上的某些区段需要保持无涂覆。施加于插头元件或者插座元件上的绝缘层可用与施加于飞机结构部件的外壳的外表面上的绝缘层同样的方法施加,即,例如,借助于喷墨打印装置施加。

[0030] 根据另一个优选实施方式,在将导电材料的颗粒施加于飞机结构部件的外壳的外表面上的步骤之后,执行借助于激光装置施加激光辐射于电导体元件上的步骤,以使得电导体元件中的导电材料的颗粒由于通过激光辐射传递至颗粒的热而融化,即,颗粒被激光烧结。激光装置可以是适合于激光烧结所述导电材料的颗粒的任何种类的激光装置。另外,电绝缘材料的颗粒的绝缘层也可以是通过激光装置而激光烧结的。在电导体元件与绝缘层

已被激光烧结之后,即,在激光辐射施加于它们的导电材料与电绝缘材料的颗粒上后,其被固化因而其形状已变得固定成预定图案。此外,颗粒的融化以及随后的凝固导致完整地形成没有晶界的导体元件,在所述晶界处可能发生氧化而导致导体元件的阻抗力增强。当在装置的移动方向上看时,激光装置布置于为施加导电材料和 / 或电绝缘材料的颗粒而设置的任何装置的后面,因此在施加颗粒后可容易地进行辐射。

附图说明

[0031] 在下文中借助于附图描述根据本发明的用于生产飞机结构部件的方法的各种实施方式,其中:

[0032] 图 1 为根据本发明的方法的流程图,包括用于执行所述方法的各种可能的实施方式,

[0033] 图 2 为根据本发明处于借助于喷墨打印装置用导电材料的颗粒进行涂覆并随后借助于激光装置而进行激光烧结的过程中的飞机结构部件的外壳的外表面的横截面图,

[0034] 图 3 为根据图 2 的完成的飞机结构部件的外壳的外表面的横截面图,所述外表面具有额外的绝缘层,

[0035] 图 4 为根据本发明的方法生产的飞机机身区段的立体图,

[0036] 图 5 为根据本发明的方法生产的插头元件的横截面图,

[0037] 图 6 为根据本发明的方法生产的插头元件的横截面图,所述插头元件具有多个引脚,

[0038] 图 7 为根据本发明的方法生产的插座元件的横截面图,所述插座元件具有多个腔体,以及

[0039] 图 8 为根据本发明生产的飞机结构部件的外壳的横截面图,所述外壳的外表面上的电导体元件连接至铆钉,以及

[0040] 图 9 为用根据本发明的方法形成的电阻应变仪的导体元件的图案(pattern)的平面图。

具体实施方式

[0041] 在图 1 中示出了说明根据本发明的方法的多个实施方式的流程图。所述方法的优选实施方式包括以下步骤:

[0042] 首先,提供具有外壳 3 的飞机结构部件 1 (步骤 a)。所述飞机结构部件 1 基本上可以是任何种类的飞机结构部件,例如,翼部的区段、尾部单元、方向舵、升降机组件、副翼、高升力系统、发动机罩等,但在本实施例中,所述飞机结构部件是机身区段,具体为机身前区段 5,如图 4 所示。所述飞机结构部件 1 的外壳 3 通常可以是如铝或者纤维复合材料,且在本实施例中是由铝制成的。

[0043] 下一步骤涉及将底漆层 7 施加至相应的飞机结构部件外壳 3 的外表面 9 上(步骤 a. a)。底漆层 7 可以是任何合适的材料,并可通过与导电材料 11 的颗粒(参见下文,步骤 b.)和 / 或电绝缘材料 13 的颗粒(参见下文,步骤 c.)施加在所述外壳 3 的外表面 9 上的相同的工序施加,即,例如,借助于喷墨打印装置 15 施加。

[0044] 底漆层 7 用作下列导电材料 11 和 / 或电绝缘材料 13 的颗粒层的增粘剂。然而,

在本发明的其他实施例中,底漆层 7 的施加也可跳过(skip,省却),如通过图 1 中虚箭头线 X 所表示的。在图 2 和图 3 中具体地示出了施加到飞机结构部件 1 外壳 3 的外表面 9 上的底漆层 7。

[0045] 作为下一步骤,以预定图案以形成电导体元件 17 的方式将导电材料 11 的颗粒施加于的底漆层 7 上(步骤 b.)。所述导电材料基本上可以是明显显示出导电性的任何材料,诸如铝、钨、黄铜、铁、铬,或者相关的合金、半导体材料诸如硅、或者非金属材料诸如石墨,但在本实施例中该导电材料是铜材料。所述预定图案通常对应于电导体元件 17 的期望形状,并且在一个现有实施方式中包括如图 4 所示的交叉直线的栅格 19。电导体元件 17 可沿着飞机结构部件 1 外壳 3 以与容纳于飞机结构部件 1 外壳 3 中的铆钉 21 相接触的方式形成,其中,电信号(电流、电压等)可被引导穿过铆钉 21 到所述飞机结构部件 1 外壳 3 的内表面 23,并进入所述飞机结构部件 1 的内部,其中,相应的计算机或者控制装置可对所述信号进行例如分析、处理或者控制。导电材料 11 的颗粒可借助于数字打印装置施加于飞机结构部件 1 的外壳 3 的外表面 9,并且在本实施例中借助于如图 2 所示的喷墨打印装置 15 施加。如图 3 所示,电导体元件 17 在飞机结构部件 1 的外壳 3 的外表面 9 上的底漆层 7 上延伸。

[0046] 随后,提供将激光辐射 27 施加至电导体元件 17 上的步骤(步骤 b.b)。通过施加激光辐射 27,电导体元件 17 中的导电材料 11 的颗粒被激光烧结,即,被激光辐射 27 传递的热融化。在随后的固化后,导体元件 17 整体形成并且相邻颗粒之间的晶界(沿着所述晶界有可能出现改变导体元件的电性质的氧化过程)已经消失了。根据本实施例,借助于激光装置 29 施加激光辐射 27,所述激光装置 29 (在图 2 中示出)优选地设置成靠近喷墨打印装置 15 并设置在公用载体(未示出)上,其中,箭头 A 表示激光装置 29 连同喷墨打印装置 15 相对于飞机结构部件 1 外壳 3 的被涂覆且被激光烧结的外表面 9 的移动方向。如图 2 所示,当在所述装置的移动方向上看时,激光装置 29 布置在喷墨打印装置的后面,使得在沉积后容易地用激光辐射直接处理沉淀的颗粒。然而,在本发明的其他实施例中,还可省略对电导体元件 17 施加激光辐射 27 的步骤,如图 1 中虚箭头线 Y 所示。

[0047] 作为下一步骤,电绝缘材料 13 的颗粒施加到飞机结构部件 1 的外壳 3 的外表面 9 上,尤其是以预定图案施加到电导体元件 17 上以及底漆层 7 上,因此形成绝缘层 31 (步骤 c.)。所述电绝缘材料基本上可以是具有明显的高电阻并适于抑制电流流动的任何种类的材料。绝缘层 31 能够以如下的预定图案形成,即,使得电导体元件 17 被涂覆并与所期望以及必要的环境隔离。然而,取决于电导体元件 17 的具体期望的使用,所述电导体元件 17 的部件可保持无涂覆并因而对周围环境呈开放状态。取决于用于绝缘层 31 的导电材料的种类,为了对所述绝缘层 31 进行激光烧结,即融化电绝缘材料 13 的颗粒,继步骤 c 后可以进行对绝缘层 31 施加激光辐射 27 的步骤,从而形成几乎没有晶界的层。在图 3 中示出了施加于电导体元件 17 上以及底漆层 7 上的绝缘层 31。在本发明的其他实施例中,为了使电导体元件 17 与所述外壳 3 相隔离,可在导电材料 11 的颗粒的施加步骤之前,将电绝缘材料 13 的颗粒施加于飞机结构部件 1 外壳 3 外表面 9 (并且如果适用,施加至底漆层 7),如图 1 通过虚箭头线 X、Y 和 Z 示出的。在本发明的其他实施方式中,能够以某一顺序以及以某一预定图案重复导电材料 11 的颗粒和电绝缘材料 13 的颗粒的施加步骤,以便可形成各种电路元件,诸如电阻器、二极管、晶体管、电容器、感应器以及运算放大器。

[0048] 总之,通过本发明的方法,可以以一种简单并成本有效的方式生产具有设置有电导体元件 17 的外壳 3 的飞机结构部件 1。这种电导体元件 17 可用在各种应用中,例如,用作闪电保护装置,包括多个电导体元件 17 的栅格 19;用作健康监测系统,包括形成为用于检测发生在相应的飞机结构部件 1 上的应变的电阻应变仪的多个电导体元件 17;用作除冰装置,包括形成为加热电阻元件的多个电导体元件 17 的栅格 19;用作照明装置,包括形成为照明元件的多个电导体元件 17,例如,借助于混合至导电材料 11 的颗粒的碳纳米管;或者用作电子系统,包括以某一顺序以及以某些预定图案重复地施加导电材料 11 的颗粒和电绝缘材料 13 的颗粒而形成的电路元件。然而,在图 4 所示的实施方式中,电导体元件 17 有效地用作用于屏蔽电磁干扰辐射(尤其是宇宙辐射) 34 的屏蔽装置 33。所述屏蔽装置包括如图 4 所示的沿着机身前区段 5 的外壳 3 的外表面 9 布置的多个电导体元件 17 的栅格 19。借助于这种屏蔽装置 33,可有效地保护相应的飞机上的乘客以及乘务员不受宇宙辐射,该宇宙辐射通常会给常常搭乘飞机旅行的人造成相当大的健康风险。

[0049] 图 4 示出的机身前区段 5 在其舱门 35 上可包括如图 5 和图 6 所示的多个插头元件 37。每个插头元件 37 包括具有外表面 41 的引脚 39,导电材料 11 的颗粒施加在所述外表面上,以沿着引脚 39 的外表面 41 形成导电外接触层 43。用与在上述步骤 b 中说明的相同的工艺执行所述导电材料 11 的颗粒的施加,即,以预定图案并优选地借助于喷墨打印装置 15 施加。取决于引脚 39 的材料,可施加底漆层 7。也可施加激光辐射 27。导电外接触层 43 形成为电连接至飞机结构部件 1 外壳 3 的外表面 9 上的电导体元件 17 (如图 5 所示)。

[0050] 此外,所述机身前区段 5 在其舱门框架 45 上包括多个插座元件 47,如图 7 所示。每个插座元件 47 包括由插座元件 47 的表面 51 所包围的腔体 49,为了沿着插座元件 47 的表面 51 形成导电接触层 53,在该表面 51 上施加导电材料 11 的颗粒。用与在上面步骤 b 中说明的相同的工艺执行所述导电材料 11 的颗粒的施加,即,以预定图案并借助于喷墨打印装置 15 施加。取决于插座元件 47 的材料可施加底漆层 7。也可施加激光辐射 27。导电接触层 53 形成为电连接至飞机结构部件 1 外壳 3 的外表面 9 上的电导体元件 17 (如图 7 所示)。

[0051] 以如下方式形成插头元件 37 和插座元件 47,所述方式即,当舱门 35 关闭时引脚 39 适配于腔体 49 内部,其中,导电外接触层 43 接触导电内接触层 53,以使得在舱门 35 的外壳 3 的外表面 9 上的电导体元件 17 与机身前区段 5 的除舱门 35 以外的外壳 3 的外表面 9 上的电导体元件 17 之间建立可释放的电连接。当舱门 35 打开时,引脚 39 可滑出腔体 49 并且所述电连接断开。

[0052] 在图 9 中用平面图示出了用根据本发明的方法形成的电路元件的另一实施方式。

[0053] 导体元件 17 以电阻应变仪 55 的形式布置在结构部件的外壳 3 上,优选地借助于喷墨打印装置形成导体元件 17。导体元件 17 包括第一和第二连接器 61 以及沿着公共纵向 59 并行延伸的多个直导体区段 57。如图 9 所示,直导体区段 57 的宽度小于导体区段 57 沿纵向 59 上的长度。因此,用于导体元件 17 的基板(即,外壳 3)在纵向 59 上的尺寸的变化会影响导体区段 57 的横截面的变化,并且因而影响电阻的变化。

[0054] 因此,对布置在结构部件的外壳 3 上并通过连接器 61 连接至控制单元的电阻应变仪 55 的电阻的进行的持续监测允许检测特定的部件上沿纵向 59 的负荷中的最高值。此外,本发明方法提供了一种简单的成本有效的方式以将多个电阻应变仪 55 布置在外壳 3 上并

优选地通过铆钉将所述多个电阻应变仪与控制单元连接。

[0055] 总体上,本发明的方法提供了一种简单的且成本有效的方法,用于将电路元件或者简单的导体布置在飞机的结构部件的外壳上而不改变外表面的特性。

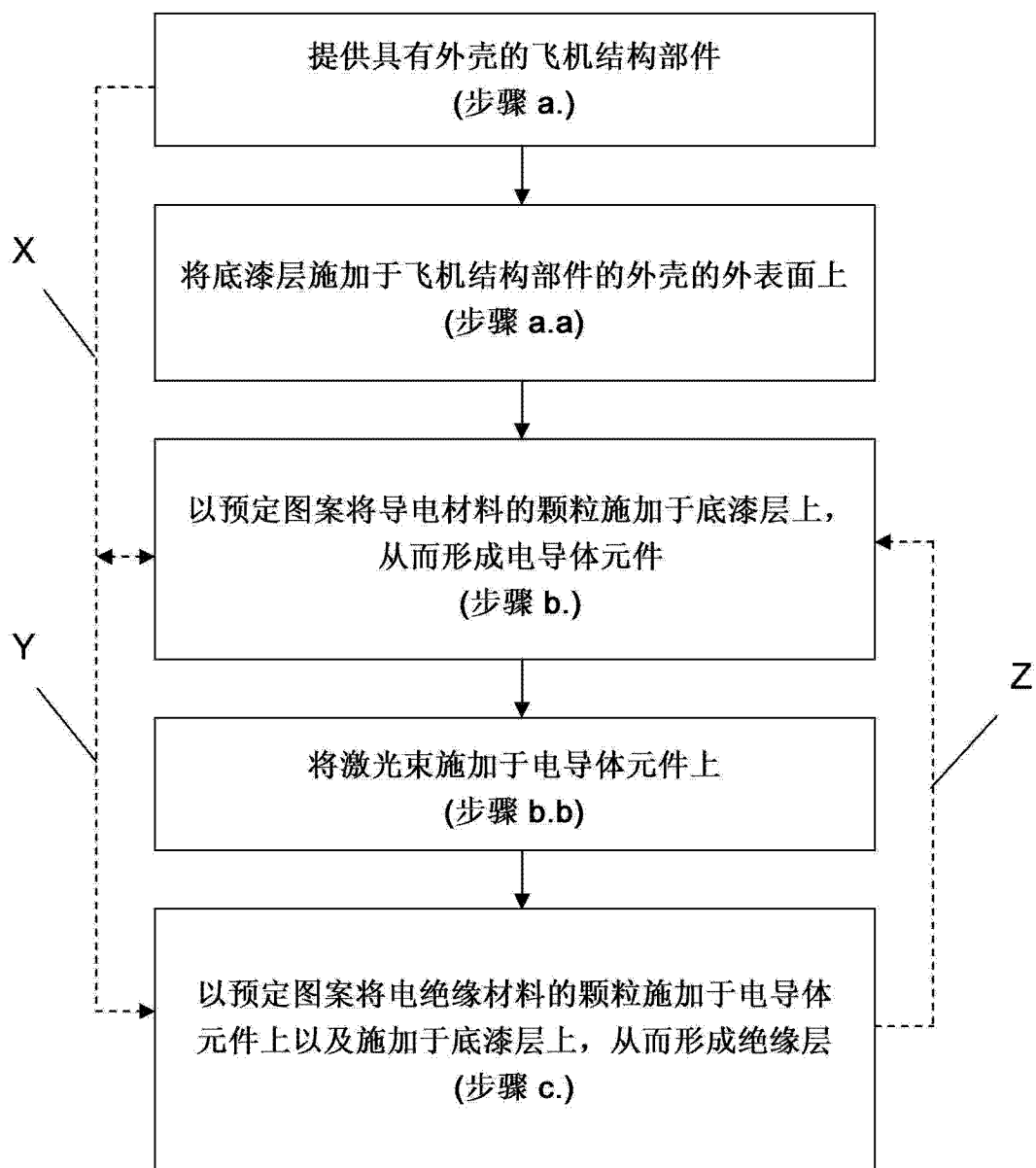


图 1

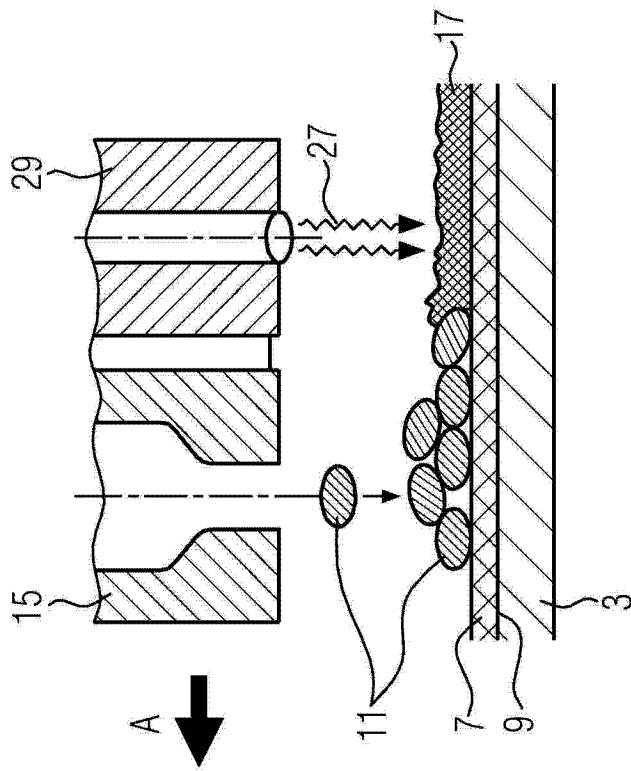


图 2

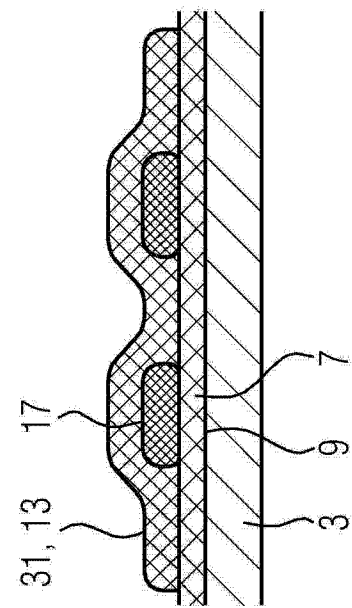


图 3

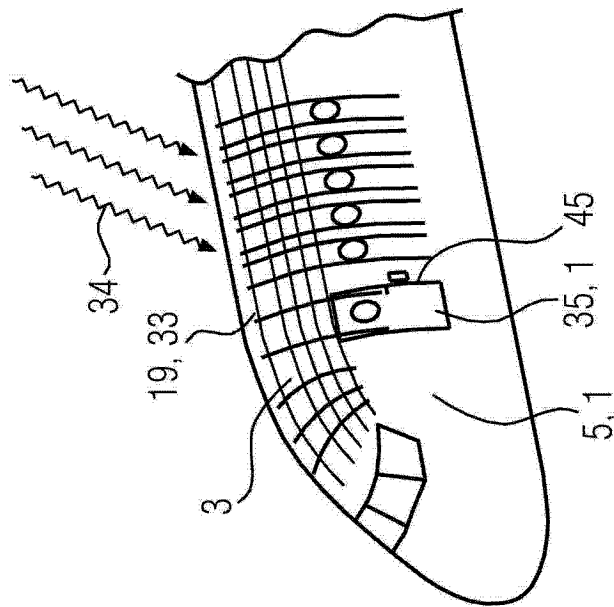


图 4

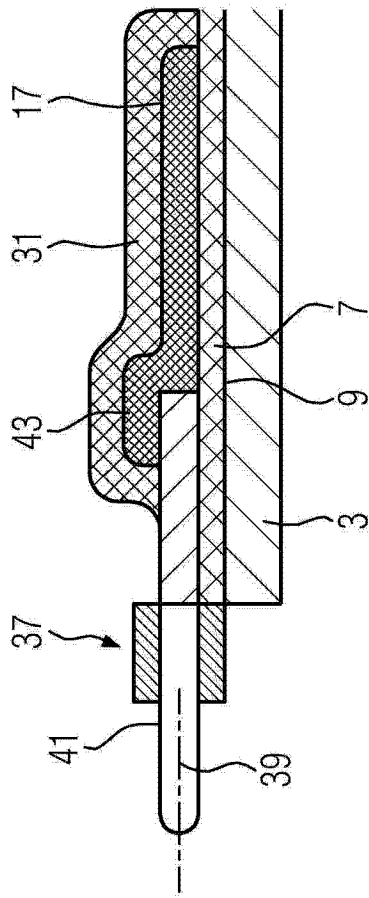


图 5

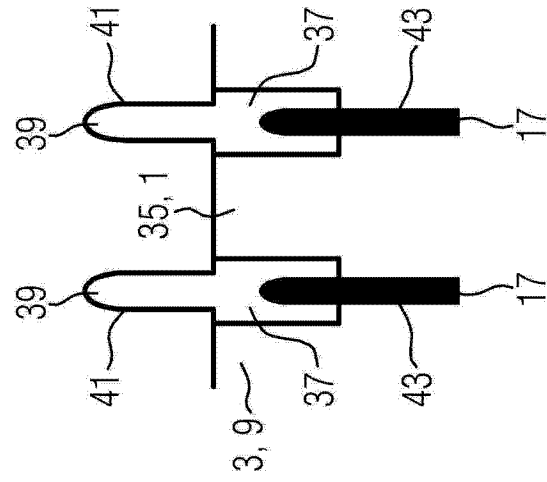


图 6

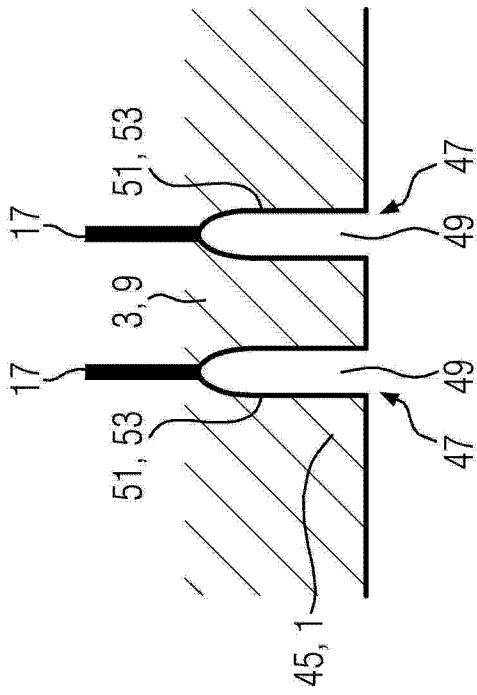


图 7

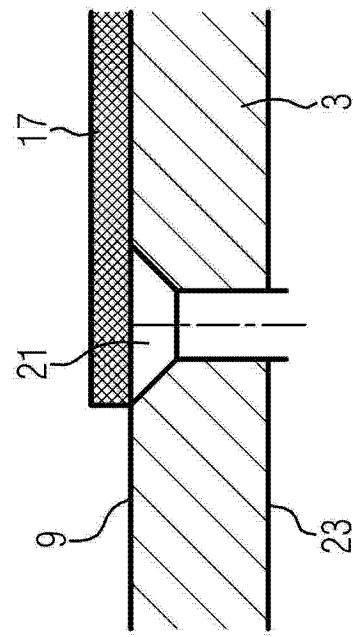


图 8

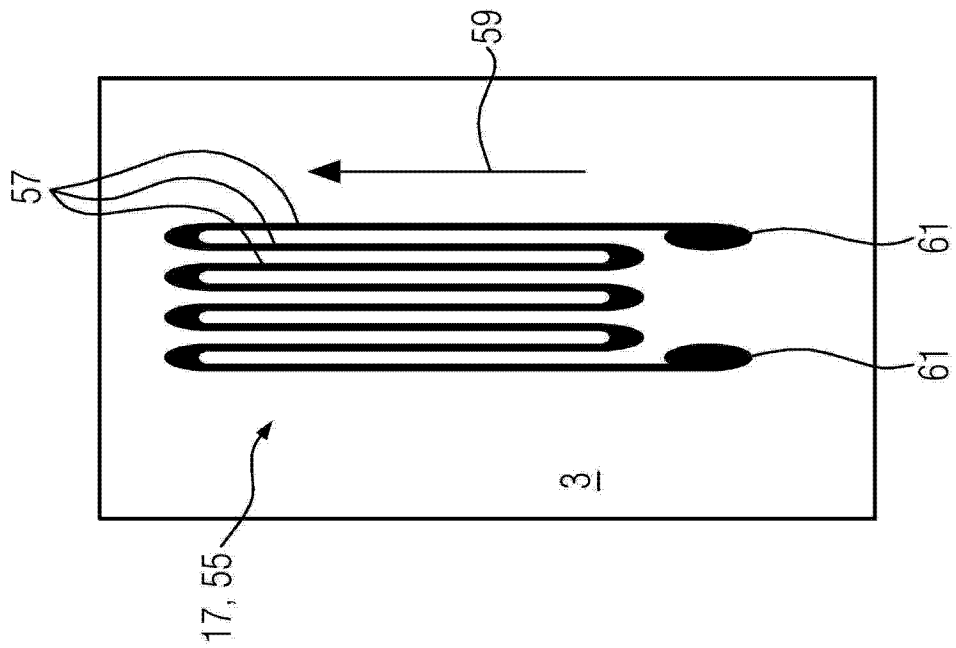


图 9