



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110893910 A

(43)申请公布日 2020.03.20

(21)申请号 201910864514.4

(22)申请日 2019.09.12

(30)优先权数据

201811034572 2018.09.13 IN

(71)申请人 古德里奇公司

地址 美国北卡罗来纳州

(72)发明人 R.雅各布 G.P.马哈帕特拉

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 李婷 傅永霄

(51)Int.Cl.

B64D 15/12(2006.01)

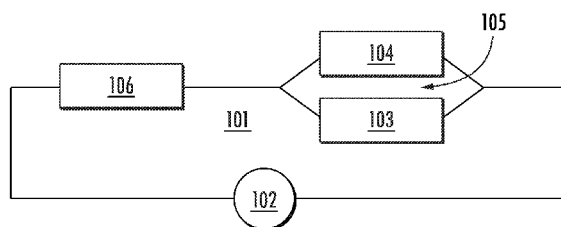
权利要求书3页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

用于飞机机翼防冰的混合式加热器

(57)摘要

提供了一种用于飞机机翼防冰的混合式加热器系统。所述混合式加热器系统包括：电压源；碳纳米管(CNT)加热器；第一正温度系数(PTC)加热器，所述第一PTC加热器与所述CNT加热器并联地设置以形成并联构造；以及第二PTC加热器，所述第二PTC加热器在所述电压源与所述并联构造之间串联地设置。



1. 一种用于飞机机翼防冰的混合式加热器系统,所述混合式加热器系统包括:  
电压源;  
碳纳米管 (CNT) 加热器;  
第一正温度系数 (PTC) 加热器,所述第一PTC加热器与所述CNT加热器并联地设置以形成并联构造;以及  
第二PTC加热器,所述第二PTC加热器在所述电压源与所述并联构造之间串联地设置。
2. 根据权利要求1所述的混合式加热器系统,其中:  
所述第二PTC加热器建立用于防冰的最高温度能力,并且  
所述混合式加热器系统在没有主动温度控制的情况下操作。
3. 根据权利要求1所述的混合式加热器系统,其中所述第一PTC加热器和所述第二PTC加热器具有不同且调整的电阻率。
4. 根据权利要求1所述的混合式加热器系统,其中所述并联构造的有效电阻小于所述CNT加热器和所述第一PTC加热器中的每一者的电阻。
5. 根据权利要求1所述的混合式加热器系统,所述混合式加热器系统还包括飞机机翼,在所述飞机机翼中,所述CNT加热器与所述第一PTC加热器和所述第二PTC加热器是分层的。
6. 根据权利要求5所述的混合式加热器系统,其中:  
所述CNT加热器和所述第一PTC加热器在所述飞机机翼中占据同一个层,并且  
被所述CNT加热器和所述第一PTC加热器占据的所述同一个层包括:  
第一端子;  
第二端子;  
第一PTC加热器元件,所述第一PTC加热器元件在所述第一端子与所述第二端子之间延伸;以及  
CNT加热器元件,所述CNT加热器元件在所述第一PTC加热器元件之间交错并在所述第一端子与所述第二端子之间延伸。
7. 根据权利要求5所述的混合式加热器系统,其中所述飞机机翼包括:  
最外侧机翼表面;  
第一玻璃纤维预浸料层,所述第一玻璃纤维预浸料层在所述最外侧机翼表面和第一薄膜粘合剂下面;  
第一加热器层,所述第一加热器层在所述第一玻璃纤维预浸料层和第二薄膜粘合剂下面,所述第一加热器层包括所述CNT加热器的CNT加热器元件和所述第一PTC加热器的第一PTC加热器元件;  
第二加热器层,所述第二加热器层在所述第一加热器层和第三薄膜粘合剂下面,所述第二加热器层包括所述第二PTC加热器;以及  
第二玻璃纤维预浸料层,所述第二玻璃纤维预浸料层在所述第二加热器层和第四薄膜粘合剂下面。
8. 根据权利要求5所述的混合式加热器系统,其中所述CNT加热器和所述第一PTC加热器在所述飞机机翼中占据不同的层。
9. 根据权利要求5所述的混合式加热器系统,其中所述飞机机翼包括:  
最外侧机翼表面;

第一玻璃纤维预浸料层,所述第一玻璃纤维预浸料层在所述最外侧机翼表面和第一薄膜粘合剂下面;

第一加热器层,所述第一加热器层在所述第一玻璃纤维预浸料层和第二薄膜粘合剂下面,所述第一加热器层包括所述CNT加热器;

第二加热器层,所述第二加热器层在所述第一加热器层和第三薄膜粘合剂下面,所述第二加热器层包括所述第一PTC加热器或所述第二PTC加热器中的一者;

第三加热器层,所述第三加热器层在所述第二加热器层和第四薄膜粘合剂下面,所述第三加热器层包括所述第一PTC加热器或所述第二PTC加热器中的另一者;以及

第二玻璃纤维预浸料层,所述第二玻璃纤维预浸料层在所述第三加热器层和第五薄膜粘合剂下面。

10. 一种用于飞机机翼的防冰的混合式加热器系统,所述混合式加热器系统包括:

电压源;

碳纳米管(CNT)加热器,所述CNT加热器包括CNT加热器元件;

第一正温度系数(PTC)加热器,所述第一PTC加热器与所述CNT加热器并联地设置以形成并联构造,

所述第一PTC加热器包括第一PTC加热器元件,所述第一PTC加热器元件与所述CNT加热器元件在第一飞机机翼层中交错;以及

第二PTC加热器,所述第二PTC加热器设置在第二飞机机翼层中并且在所述电压源与所述并联构造之间串联地设置。

11. 根据权利要求10所述的混合式加热器系统,其中:

所述第二PTC加热器建立用于防冰的最高温度能力,并且

所述混合式加热器系统在没有主动温度控制的情况下操作。

12. 根据权利要求10所述的混合式加热器系统,其中所述第一PTC加热器和所述第二PTC加热器具有不同的可调整电阻率。

13. 根据权利要求10所述的混合式加热器系统,其中所述并联构造的有效电阻小于所述CNT加热器和所述第一PTC加热器中的每一者的电阻。

14. 根据权利要求10所述的混合式加热器系统,其中所述第一飞机机翼层包括第一端子和第二端子,交错的所述CNT加热器元件和所述第一PTC加热器元件在所述第一端子与所述第二端子之间延伸。

15. 根据权利要求10所述的混合式加热器系统,其中所述第二飞机机翼层在所述第一飞机机翼层下面。

16. 一种用于飞机机翼的防冰的混合式加热器系统,所述混合式加热器系统包括:

电压源;

碳纳米管(CNT)加热器,所述CNT加热器在第一飞机机翼层中;

第一正温度系数(PTC)加热器,所述第一PTC加热器设置在第二飞机机翼层或第三飞机机翼层中的一者中并与所述CNT加热器并联地设置以形成并联构造;以及

第二PTC加热器,所述第二PTC加热器设置在所述第二飞机机翼层或所述第三飞机机翼层中的另一者中并且在所述电压源与所述并联构造之间串联地设置。

17. 根据权利要求16所述的混合式加热器系统,其中:

所述第二PTC加热器建立用于防冰的最高温度能力,并且  
所述混合式加热器系统在没有主动温度控制的情况下操作。

18. 根据权利要求16所述的混合式加热器系统,其中所述第一PTC加热器和所述第二PTC加热器具有不同的可调整电阻率。

19. 根据权利要求16所述的混合式加热器系统,其中所述并联构造的有效电阻小于所述CNT加热器和所述第一PTC加热器中的每一者的电阻。

20. 根据权利要求16所述的混合式加热器系统,其中所述第三飞机机翼层在所述第二飞机机翼层下面,并且所述第二飞机机翼层在所述第一飞机机翼层下面。

## 用于飞机机翼防冰的混合式加热器

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求2018年9月13日提交的印度专利申请号201811034572的权益,该申请全文以引用方式并入本文。

### 背景技术

[0003] 以下描述涉及飞机机翼防冰,并且更具体地,涉及一种用于飞机机翼防冰的混合式加热器。

[0004] 飞机机翼防冰系统使用各种加热器技术来防冰或除冰。在这些各种加热器技术中,一种加热器技术采用碳纳米管(CNT)进行电热加热。在将CNT用于电热加热应用中的情况下,已经发现,在CNT/硅氧烷纳米复合材料中的CNT处于一定体积百分比的情况下,纳米复合材料的负温度系数(NTC)减小,并且其电阻在较高温度下稳定。

### 发明内容

[0005] 根据本公开的一个方面,提供了一种用于飞机机翼防冰的混合式加热器系统。所述混合式加热器系统包括:电压源;碳纳米管(CNT)加热器;第一正温度系数(PTC)加热器,所述第一PTC加热器与所述CNT加热器并联地设置以形成并联构造;以及第二PTC加热器,所述第二PTC加热器在所述电压源与所述并联构造之间串联地设置。

[0006] 根据附加或可选实施方案,所述第二PTC加热器建立用于防冰的最高温度能力,并且所述混合式加热器系统在没有主动温度控制的情况下操作。

[0007] 根据附加或可选实施方案,所述第一PTC加热器和所述第二PTC加热器具有不同且调整的电阻率。

[0008] 根据附加或可选实施方案,所述并联构造的有效电阻小于所述CNT加热器和所述第一PTC加热器中的每一者的电阻。

[0009] 根据附加或可选实施方案,在飞机机翼中,所述CNT加热器与所述第一PTC加热器和所述第二PTC加热器是分层的。

[0010] 根据附加或可选实施方案,所述CNT加热器和所述第一PTC加热器在所述飞机机翼中占据同一个层,并且被所述CNT加热器和所述第一PTC加热器占据的所述同一个层包括:第一端子;第二端子;第一PTC加热器元件,所述第一PTC加热器元件在所述第一端子与所述第二端子之间延伸;以及CNT加热器元件,所述CNT加热器元件在所述第一PTC加热器元件之间交错并在所述第一端子与所述第二端子之间延伸。

[0011] 根据附加或可选实施方案,所述飞机机翼包括:最外侧机翼表面;第一玻璃纤维预浸料层,所述第一玻璃纤维预浸料层在所述最外侧机翼表面和第一薄膜粘合剂下面;第一加热器层,所述第一加热器层在所述第一玻璃纤维预浸料层和第二薄膜粘合剂下面,所述第一加热器层包括所述CNT加热器的CNT加热器元件和所述第一PTC加热器的第一PTC加热器元件;第二加热器层,所述第二加热器层在所述第一加热器层和第三薄膜粘合剂下面,所述第二加热器层包括所述第二PTC加热器;以及第二玻璃纤维预浸料层,所述第二玻璃纤维

预浸料层在所述第二加热器层和第四薄膜粘合剂下面。

[0012] 根据附加或可选实施方案,所述CNT加热器和所述第一PTC加热器在所述飞机机翼中占据不同的层。

[0013] 根据附加或可选实施方案,所述飞机机翼包括:最外侧机翼表面;第一玻璃纤维预浸料层,所述第一玻璃纤维预浸料层在所述最外侧机翼表面和第一薄膜粘合剂下面;第一加热器层,所述第一加热器层在所述第一玻璃纤维预浸料层和第二薄膜粘合剂下面,所述第一加热器层包括所述CNT加热器;第二加热器层,所述第二加热器层在所述第一加热器层和第三薄膜粘合剂下面,所述第二加热器层包括所述第一PTC加热器或所述第二PTC加热器中的一者;第三加热器层,所述第三加热器层在所述第二加热器层和第四薄膜粘合剂下面,所述第三加热器层包括所述第一PTC加热器或所述第二PTC加热器中的另一者;以及第二玻璃纤维预浸料层,所述第二玻璃纤维预浸料层在所述第三加热器层和第五薄膜粘合剂下面。

[0014] 根据本公开的一个方面,提供了一种用于飞机机翼的防冰的混合式加热器系统。所述混合式加热器系统包括:电压源;碳纳米管(CNT)加热器,所述CNT加热器包括CNT加热器元件;以及第一正温度系数(PTC)加热器,所述第一PTC加热器与所述CNT加热器并联地设置以形成并联构造。所述第一PTC加热器包括:第一PTC加热器元件,所述第一PTC加热器元件与所述CNT加热器元件在第一飞机机翼层中交错;以及第二PTC加热器,所述第二PTC加热器设置在第二飞机机翼层中并且在所述电压源与所述并联构造之间串联地设置。

[0015] 根据附加或可选实施方案,所述第二PTC加热器建立用于防冰的最高温度能力,并且所述混合式加热器系统在没有主动温度控制的情况下操作。

[0016] 根据附加或可选实施方案,所述第一PTC加热器和所述第二PTC加热器具有不同的可调整电阻率。

[0017] 根据附加或可选实施方案,所述并联构造的有效电阻小于所述CNT加热器和所述第一PTC加热器中的每一者的电阻。

[0018] 根据附加或可选实施方案,所述第一飞机机翼层包括第一端子和第二端子,交错的所述CNT加热器元件和所述第一PTC加热器元件在所述第一端子与所述第二端子之间延伸。

[0019] 根据附加或可选实施方案,所述第二飞机机翼层在所述第一飞机机翼层下面。

[0020] 根据本公开的一个方面,提供了一种用于飞机机翼的防冰的混合式加热器系统。所述混合式加热器系统包括:电压源;碳纳米管(CNT)加热器,所述CNT加热器在第一飞机机翼层中;第一正温度系数(PTC)加热器,所述第一PTC加热器设置在第二飞机机翼层或第三飞机机翼层中的一者中并与所述CNT加热器并联地设置以形成并联构造;以及第二PTC加热器,所述第二PTC加热器设置在所述第二飞机机翼层或所述第三飞机机翼层中的另一者中并且在所述电压源与所述并联构造之间串联地设置。

[0021] 根据附加或可选实施方案,所述第二PTC加热器建立用于防冰的最高温度能力,并且所述混合式加热器系统在没有主动温度控制的情况下操作。

[0022] 根据附加或可选实施方案,所述第一PTC加热器和所述第二PTC加热器具有不同的可调整电阻率。

[0023] 根据附加或可选实施方案,所述并联构造的有效电阻小于所述CNT加热器和所述

第一PTC加热器中的每一者的电阻。

[0024] 根据附加或可选实施方案,所述第三飞机机翼层在所述第二飞机机翼层下面,并且所述第二飞机机翼层在所述第一飞机机翼层下面。

[0025] 从结合附图进行的以下描述中,这些和其他优点和特征将变得更显而易见。

#### 附图说明

[0026] 在本说明书的结尾处的权利要求中特别地指出并明确地要求保护被视作本公开的主题。从结合附图进行的以下详细描述中,本公开的前述以及其他特征和优点显而易见,在附图中:

[0027] 图1是根据实施方案的混合式加热器系统的电路的示意图;

[0028] 图2是根据实施方案的飞机机翼结构的布局;

[0029] 图3是根据实施方案的图2的飞机机翼结构的层的示意图;以及

[0030] 图4是根据实施方案的飞机机翼结构的布局。

[0031] 从结合附图进行的以下描述中,这些和其他优点和特征将变得更显而易见。

#### 具体实施方式

[0032] 随着理解CNT的有用性,已经采用具有可变电阻能力的CNT加热器来获得在所需位置处具有降低的电阻和最佳的加热的系统。同时,仍然需要允许在较低温度下更快速地加热同时还通过限制加热器温度来避免过热以增强加热器寿命的系统。虽然基于传感器的反馈系统可用于防止过热,但是目前没有基于温度变化而提供电流和电力控制的可用系统。

[0033] 因此,如下面将描述,基于炭黑和聚合物复合材料的第一正温度系数 (PTC) 加热器和第二PTC加热器设在飞机机翼防冰系统中,其中第一PTC加热器与CNT加热器并联地连接,并且第二PTC加热器与并联的PTC加热器和CNT加热器串联地连接。这将允许基于温度变化来控制加热器组件的电流。第一PTC加热器和第二PTC加热器的电阻率特性(即,它们相应的碳含量百分比)可以基于防冰和除冰操作需要的所需加热曲线进行调整。

[0034] 参考图1,提供了用于由多个层形成的飞机机翼(参见图2和图4)的防冰的混合式加热器系统101。混合式加热器系统101包括电压源102、碳纳米管 (CNT) 加热器103、与CNT加热器103并联地设置以形成并联构造105的第一正温度系数 (PTC) 加热器104、以及第二PTC加热器106。第二PTC加热器106在电压源102与并联构造105之间串联地设置。

[0035] 第一PTC加热器104和第二PTC加热器106具有不同的电阻率特性,并且第一PTC加热器104和第二PTC加热器106中的每一者的电阻可以根据期望或所需温度曲线来调整或定制。CNT加热器103和第一PTC加热器104的并联构造的有效电阻小于它们各自的电阻,并且这确保了比原本在CNT加热器103单独地通电时可能实现的更快的加热能力。特别地,可以调整第二PTC加热器106的电阻,使得混合式加热器系统101的电路的总电阻在相对低的温度下可以小于CNT加热器103的电阻,并且在相对高的温度下将增加到最大值。因此,混合式加热器系统101的电路的初始较低电阻可以导致快速加热,并且在相对高的温度下,第二PTC加热器106的电阻增加到最大值,从而限制对电路的电力输入。因此,最高加热器温度受到限制以防止过热并节省电力。也就是说,第一PTC加热器104和第二PTC加热器106有效地执行自调节功能以提供均匀的温度并避免飞机机翼表面上的热点或冷点。

[0036] 换句话说,对于其中第一PTC加热器104和第二PTC加热器106具有不同且调整的电阻率的图1的混合式加热器系统101,第二PTC加热器106建立用于防冰的最高温度能力,并且混合式加热器系统101在没有主动温度控制的情况下操作。另外,并联构造105的有效电阻小于CNT加热器103和第一PTC加热器104中的每一者的电阻。

[0037] 参考图2,飞机机翼201设置为分层结构,其中CNT加热器103与第一PTC加热器104和第二PTC加热器106是分层的。

[0038] 如图2所示,飞机机翼201包括最外侧机翼表面202、在最外侧机翼表面202和第一薄膜粘合剂204下面的第一玻璃纤维预浸料层203、在第一玻璃纤维预浸料层203和第二薄膜粘合剂206下面的第一加热层205、在第一加热器层205和第三薄膜粘合剂208下面的第二加热器层207、以及在第二加热器层207和第四薄膜粘合剂210下面的第二玻璃纤维预浸料层209。

[0039] 继续参考图2并另外地参考图3,第一加热器层205包括第一端子301、与第一端子301相对的第二端子302、第一PTC加热器104(参见图1)的第一PTC加热器元件303、以及CNT加热器103(参见图1)的CNT加热器元件304。第一PTC加热器元件303在第一端子301与第二端子302之间纵向地延伸,并且CNT加热器元件304在第一PTC加热器元件303之间交错并在第一端子301与第二端子302之间纵向地延伸。

[0040] 因此,在图2和图3的实施方案中,第一PTC加热器元件303和CNT加热器元件304设在飞机机翼201的同一个加热器层中,并且第二加热器层207包括第二PTC加热器106。

[0041] 参考图4,飞机机翼401设置为分层结构,其中CNT加热器103与第一PTC加热器104和第二PTC加热器106是分层的。

[0042] 如图4所示,飞机机翼401包括最外侧机翼表面402、在最外侧机翼表面402和第一薄膜粘合剂404下面的第一玻璃纤维预浸料层403、包括CNT加热器103(参见图1)并在第一玻璃纤维预浸料层403和第二薄膜粘合剂406下面的第一加热器层405、包括第一PTC加热器104或第二PTC加热器106(参见图1)中的一者并在第一加热器层405和第三薄膜粘合剂408下面的第二加热器层407、包括第一PTC加热器104或第二PTC加热器106(参见图1)中的另一者并在第二加热器层407和第四薄膜粘合剂410下面的第三加热器层409、以及在第三加热器层409和第五薄膜粘合剂412下面第二玻璃纤维预浸料层411。

[0043] 因此,在图4的实施方案中,CNT加热器103与第一PTC加热器104和第二PTC加热器106全都占据飞机机翼401中的不同层。

[0044] 本公开的技术效果和益处是在电路架构中提供CNT加热器和PTC加热器的组合以用于调节和控制混合式加热器系统的有效电阻,使用PTC加热器来自调节特性以限制最高加热温度,在电路中提供PTC加热器和CNT加热器以在开始时更快速地进行初始加热,提供允许取消用于加热器保护的溫度控制单元的设计,在不同的层中使用不同的PTC材料特性以获得在低温条件和高温条件下的某些加热特性,并且提供带有高导热粘合剂的分层加热器堆叠以增强向机翼外表面的热传递。

[0045] 虽然仅结合有限数量的实施方案详细地提供了本公开,但是应当容易地理解,本公开不限于这些公开的实施方案。相反,可以对本公开进行修改以并入之前未描述但与本公开的精神和范围相称的任何数量的变型、变更、替代或等效布置。另外,尽管已经描述了本公开的各种实施方案,但是应当理解,示例性实施方案可以仅包括所述示例性方面中的



一些。因此,本公开不应被视为受到前述描述限制,而是仅受所附权利要求的范围限制。

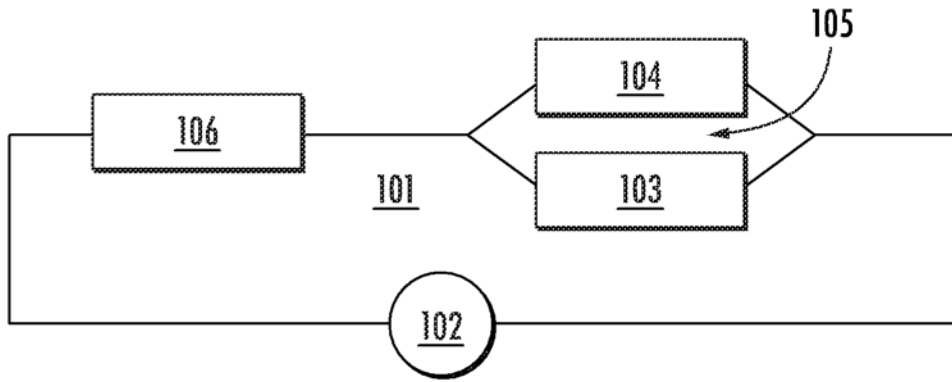


图 1

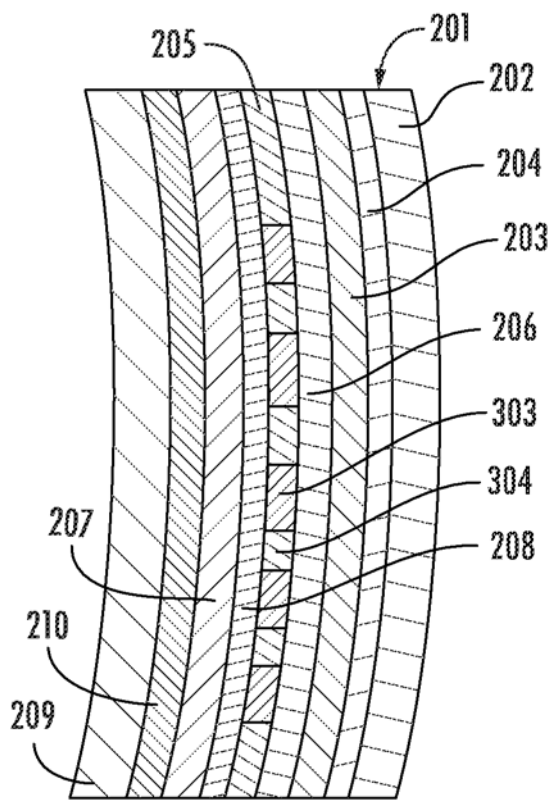


图 2

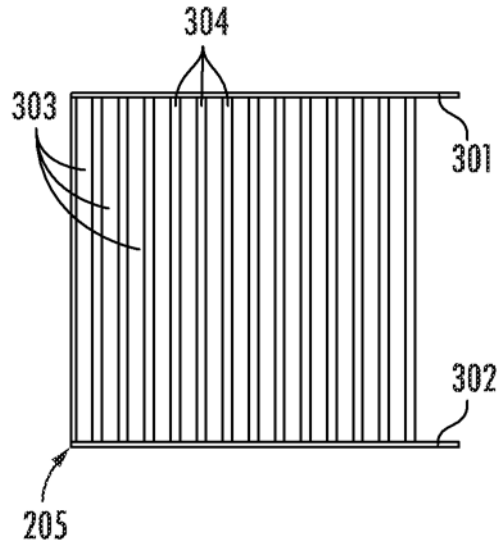


图 3

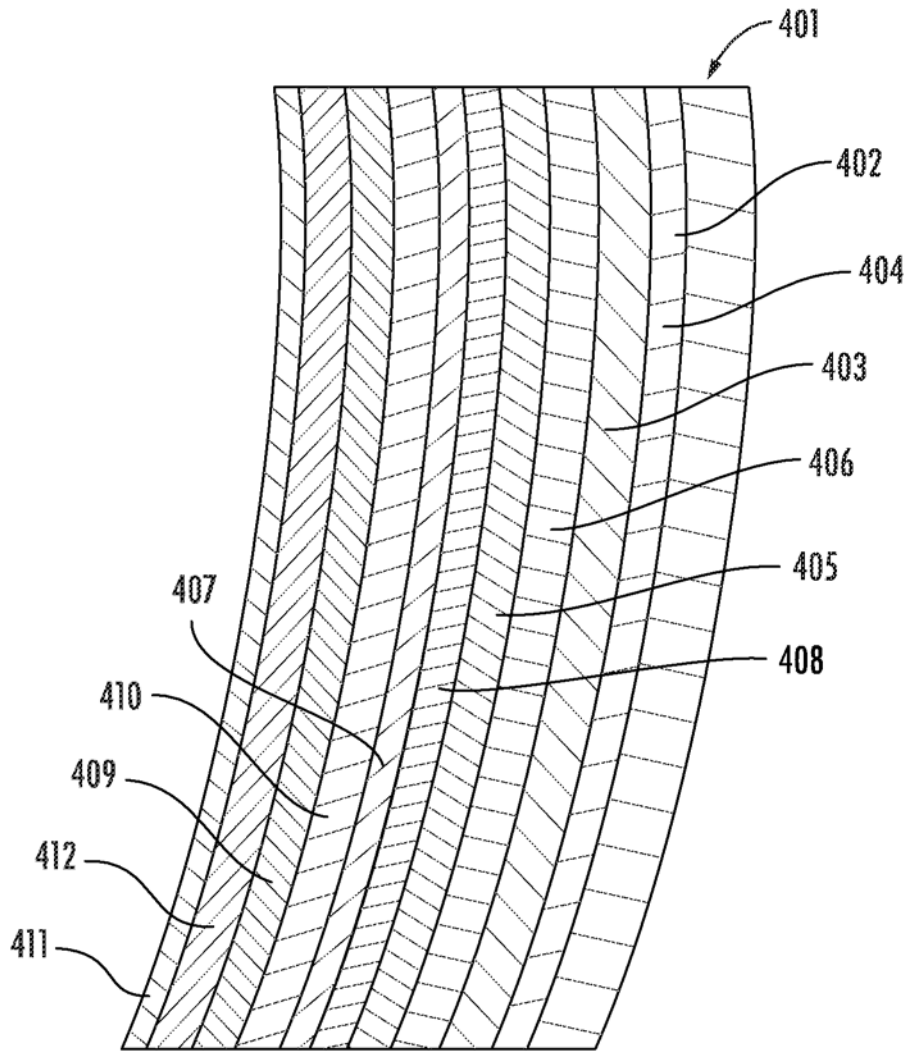


图 4