



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104175624 B

(45)授权公告日 2018.10.30

(21)申请号 201410211151.1

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2014.05.19

*B32B 3/28(2006.01)*

(65)同一申请的已公布的文献号

*B32B 3/18(2006.01)*

申请公布号 CN 104175624 A

*B32B 7/12(2006.01)*

(43)申请公布日 2014.12.03

审查员 彭浩

(30)优先权数据

13/899,116 2013.05.21 US

(73)专利权人 波音公司

地址 美国伊利诺伊州

(72)发明人 A·缇恩

(74)专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司

公司 11245

代理人 赵蓉民 赵砚猛

权利要求书2页 说明书10页 附图10页

(54)发明名称

折叠芯板

(57)摘要

本发明公开了一种折叠芯板,其包括具有以波状的Z字形形态为特征的峰和谷的折叠芯。折叠芯可包括气流通道。气流通道可为减少折叠芯中的湿气的聚集提供出口。折叠芯可由单件材料形成。折叠芯可根据峰的位置处的力分散需要具有变化的面斜度。一个或多个折叠芯可被堆叠以形成堆叠芯。

1. 一种在飞行器中使用的板,其包括:

顶部面板(104);

底部面板(106);和

粘合至所述顶部面板和所述底部面板的第一折叠芯(202),所述第一折叠芯的特征是波状的Z字形形态,该波状的Z字形形态具有多个第一峰(204)、多个谷(206)以及在所述多个第一峰和所述多个谷之间延伸的多个非垂直面(205),其中所述多个第一峰包括有角度的表面轮廓、平坦表面轮廓和圆形表面轮廓的组合,具有所述平坦表面轮廓和所述圆形表面轮廓的所述峰相比具有所述有角度的表面轮廓的所述峰提供与所述顶部面板和所述底部面板的更强粘合,所述平坦表面轮廓和所述圆形表面轮廓被设置在所述第一折叠芯中的期望与所述顶部面板和所述底部面板的所述更强粘合的区域处。

2. 根据权利要求1所述的板,其中所述多个第一峰(204)的所述有角度的表面轮廓包括窄峰角和宽峰角的组合。

3. 根据权利要求1至2中的任一项所述的板,其还包括用于去除湿气的气流通道(510)。

4. 根据权利要求3所述的板,其中所述气流通道(510)由所述多个谷(206)形成。

5. 根据权利要求1至2中的任一项所述的板,其中所述第一折叠芯(202)包括复合基质。

6. 根据权利要求1至2中的任一项所述的板,其还包括具有多个第二峰(204)的第二折叠芯(202),其中所述第一折叠芯(202)的峰被定形状为互补于所述第二折叠芯(202)的峰,以允许所述第一折叠芯被堆叠在所述第二折叠芯上。

7. 根据权利要求6所述的板,其中所述第二折叠芯(202)的所述峰包括平坦的表面轮廓、锯齿形的表面轮廓或凸面/凹面的表面轮廓。

8. 根据权利要求1到2中的任一项所述的板,其还包括第二折叠芯(202),所述第二折叠芯(202)包括多个第二峰(204),其中所述第一折叠芯(202)的内表面对接所述第二折叠芯的外表面。

9. 根据权利要求8所述的板,其中所述对接包括所述第一折叠芯(202)和所述第二折叠芯(202)之间的粘合剂或者胶合剂将所述第一折叠芯粘合到所述第二折叠芯。

10. 根据权利要求9所述的板,其中所述第一折叠芯(202)和所述第二折叠芯(202)每个提供结构功能和电学功能中的一者。

11. 根据权利要求6所述的板,其中所述第一折叠芯(202)为单件材料并且所述第二折叠芯(202)为单件材料。

12. 一种制造飞行器板的方法,其包括:

提供顶部面板(104);

提供底部面板(106);

提供特征为波状的Z字形形态的折叠芯(202),所述波状的Z字形形态包括:

多个峰(204),所述多个峰包括有角度的表面轮廓、平坦表面轮廓和圆形表面轮廓的组合,具有所述平坦表面轮廓和所述圆形表面轮廓的所述峰相比具有所述有角度的表面轮廓的所述峰提供与所述顶部面板和所述底部面板的更强粘合,所述平坦表面轮廓和所述圆形表面轮廓被设置在所述折叠芯中的期望与所述顶部面板和所述底部面板的所述更强粘合的区域处,

多个谷(206),和

在所述多个峰和所述多个谷之间延伸的多个非垂直面(205)；  
将胶合剂施加至所述折叠芯的上表面；  
将所述胶合剂施加至所述折叠芯的下表面；和  
固化所述胶合剂以形成整体板。

13. 根据权利要求12所述的方法,其中所述多个峰(204)的所述有角度的表面轮廓包括窄峰角和宽峰角的组合。

14. 根据权利要求12至13中的任一项所述的方法,其还包括由所述多个谷(206)形成气流通道(510)用于去除湿气。

## 折叠芯板

### 技术领域

[0001] 本发明涉及折叠芯板。

### 背景技术

[0002] 飞行器中的各种组件可以用蜂窝板制成的。蜂窝板通常都是由两个面板之间夹入的蜂窝芯组成。与其他种类型板相比,蜂窝板会相对轻质却坚硬,因而在飞行器中得到多种应用。应用的示例包括飞行器的外部蒙皮板、地板、以及飞行器的侧壁。

[0003] 尽管提供优点在其他类型板之上,但是蜂窝芯会面临各种材料问题。例如,蜂窝芯会易于受到潮湿影响。湿气会渗入到蜂窝板的缝隙或裂缝中,但是由于蜂窝形态不利于很多气流(如果有),因而湿气会无法去除。滞留的湿气会聚集在面板下面,久而久之,可导致面板剥落。

[0004] 蜂窝芯也会需要用相当大量的胶合剂以恰当地连接蜂窝芯到面板。在飞行器的操作期间,相当大的剪力会被施加在面板。剪力会被传递到面板与蜂窝芯之间的界面。除非适当量的胶合剂被应用到蜂窝芯,否则可以出现面板和蜂窝芯处的脱层。

[0005] 在这里所做的公开就是关于这些问题及其他考虑做出的。

### 发明内容

[0006] 需要注意到,本发明内容是以一个简化的形式介绍一组精选构思,其在具体实施方式中被进一步地详细描述。本发明内容不旨在用来限定权利要求主题的范围。

[0007] 根据一个方面,提供了一种在飞行器中使用的板。该板包括顶部面板、底部面板以及粘合到顶部面板和底部面板的折叠芯(folded core)。折叠芯的特征在于,具有终止于一个或多个峰和一个或多个谷的一个或多个非竖直面的波状的Z字形形态。

[0008] 根据在此公开的另一方面,提供了一种在飞行器中使用的折叠芯。该折叠芯可以包含具有一个或多个脊的一个或多个峰和一个或多个谷。一个或多个峰与一个或多个谷可以以波状的Z字形形态来形成。

[0009] 根据又一方面,提供了一种制作飞行器板的方法。该方法可以包括:提供顶部面板、提供顶部面板和提供以波状的Z字形形态为特征的折叠芯。折叠芯包含具有大致平坦表面轮廓的一个或多个峰和一个或多个谷。该方法可进一步包括在折叠芯的顶部表面和底部表面应用胶合剂,并使胶合剂固化以形成整体板。

[0010] 根据又一方面,提供一种堆叠芯(stacked core)。该堆叠芯可以包括一个或多个折叠芯。折叠芯包括具有一个或多个脊的峰、谷以及峰和谷之间的非竖直面。峰和谷可以形成状波的Z字形形态。折叠芯可以包含互补特征以允许第一个折叠芯被堆叠在第二个折叠芯上。

[0011] 本文所讨论的特征、功能和优点能够在本公开的各种实施例中作为本文的教导独立地实现,其组合,或者与其他实施例中组合,其进一步的细节可以参考下面的具体实施方式和附图所看到。

## 附图说明

- [0012] 图1是传统蜂窝板的一部分的透视图。
- [0013] 图2是根据不同实施例的折叠芯板的透视图。
- [0014] 图3是根据不同实施例,图示说明的在折叠芯板中峰的表面轮廓的侧截面图。
- [0015] 图4是根据不同实施例,图示说明的在折叠芯中的多个峰角度的自顶向下视图。
- [0016] 图5是根据不同实施例的替代折叠芯板的透视图。
- [0017] 图6是根据不同实施例的又一替代折叠芯板的透视图
- [0018] 图7A-7C是根据不同实施例,图示说明在经配置为接收另一折叠芯板的互补峰的折叠芯板中的的表面轮廓的侧截面图。
- [0019] 图8A-8C是根据不同实施例,图示说明具有使折叠芯易于堆叠的互补特征的芯的表面轮廓的侧截面图。
- [0020] 图9是根据不同实施例,用于形成在飞行器中使用的板的示例性例程。

## 具体实施方式

[0021] 下面的具体说明是针对在飞行器板中使用的折叠芯。根据本文所描述的各种概念的折叠芯板能够提供不同的峰,在其上面可以形成粘合以将折叠芯与面板粘合以形成板材。在某些结构中,该峰与传统芯设计的粘合表面面积相比,可提供更大的粘合表面面积。粘合表面面积可帮助减少粘合剂的必要的量以足够地将芯与面板粘合。

[0022] 在某些结构中,将折叠芯的峰设计为提供平坦或接近平坦的表面区域到粘合剂。平坦轮廓可提供增加的表面积,其上粘结剂可以将折叠芯与面板粘合。更大的粘合表面面积分散剪力以及其他力到粘结到面板的芯的更大区域。这可以降低施加在芯的任何特定位置的剪力。因为这样,在某些结构中,相对于类似的传统芯的设计而可以实现胶合剂的必要的量的减少。

[0023] 根据本文提供的进一步概念,折叠芯还可以提供谷,谷提供了足够空间以允许空气流过芯。在某些结构中,这可以最小化或消除湿气。如图1所示,传统蜂窝板具有以竖直结构紧紧聚集而成的蜂窝形状的结构芯。传统设计的蜂窝板100由夹在顶部面板104和底部面板106之间的蜂窝芯102构成。通常通过使用胶合剂(未示出)将蜂窝芯102与顶部面板104和底部面板106粘合。

[0024] 如图所示,蜂窝芯102由许多蜂窝结构构成,如蜂窝结构108和110。蜂窝结构108和110紧密聚集在一起,也就是说,蜂窝结构108和110的形状和结构允许结构边缘与相邻蜂窝结构平齐。在提供期望的结构硬度和强度的同时,蜂窝结构的紧密聚集减少或消除通过蜂窝芯102的任何气流路径。在某些实施方式中,蜂窝结构108和110的紧密聚集阻碍了去除蜂窝芯102中聚集的湿气的的能力。因此,如果湿气进入到蜂窝芯102内,湿气会聚集并影响到蜂窝芯102与面板104和106之间的粘合,从而有可能导致面板104和106的一部分脱层。面板104或106的脱层则会导致结构故障并且出现安全问题。

[0025] 此外,如前文简单提到的,传统蜂窝芯没有提供足够的粘合面积。增加粘合的一种方法可以是通过使用超量的胶合剂。在提供足以应付施加在蜂窝板100上的各种压力的粘合的同时,额外的胶合剂会使蜂窝板100的重量增加而超过想要的或期望的值。

[0026] 如图1所示,在传统蜂窝芯102中,诸如表面面积112的粘合表面面积会是相当小。这通常是蜂窝芯102的期望设计的一个特点。蜂窝芯102最好是沿着形成蜂窝芯102的蜂窝结构的长度方向具有基本均匀壁厚的中空结构。为了增加表面面积112的表面面积,蜂窝结构108和110可能需要被制造成增加的壁厚。在替代中,蜂窝结构108和110可以被制造成在表面面积112处更厚,而在蜂窝结构108和110的中间点附近更薄壁厚的可变壁厚。

[0027] 任一方法能够显著地增加制造过程的复杂性,从而增加成本。增加表面面积112会需要专门的制造设备,其结果是增加了制造蜂窝芯102的成本和时间。此外,与增加表面面积相关的附加材料会转变为更重的蜂窝芯102,从而可能抹杀利用蜂窝板100的益处。

[0028] 根据本文描述的各种概念,折叠芯利用折叠的设计来增加粘合的表面面积,同时,在某些结构中,还提供气流通道以帮助去除湿气。

[0029] 在下文的详细描述中,对作为本文一部分的附图做了参照,并且其中通过图示说明具体实施例或示例的方法来示出。现在参照附图,将提出折叠芯的多个方面,其中相同的标记表示贯穿多个附图的相同的元件。

[0030] 现在参照图2,提出折叠芯202的透视图。折叠芯202可以由一层或更多层复合材料,塑料,金属等构造。折叠芯202可具有波状的Z字形形态特征。如在本文所使用的,“波状”包括具有平行的峰和谷的表面。同样如在本文所使用的,“Z字形”包括具有角度转折(angular turns)特征的线的形态。应当理解,“峰”或“谷”的结构的设计可取决于折叠芯202的取向。例如,如果折叠芯202是旋转颠倒的,则峰可与谷相似。以相似的方式,谷可在折叠芯202的不同取向中与峰相似并提供与峰相似的功能。因此,当特征和功能可取决于折叠芯的取向时,本公开的主题不限于任何在此描述的特定取向的峰和谷。

[0031] 折叠芯202可由将材料折叠或形成成具有一系列在面205远端处的非垂直峰204和谷206的“V”形形态。折叠芯202可以由心轴(未示出)或其他形成设备来形成。例如,如果折叠芯202是复合基质,可将多层复合基质形成材料铺放在心轴里,并将材料固化成折叠芯202的形状。在另一个实施方式中,折叠芯202可以是塑料材料,例如热塑性塑料或热塑性塑料。塑料材料可以使用传统塑料形成技术被挤压或形成成折叠芯202的形状。在另一个实施例中,折叠芯202可以是金属或金属合金。在这个实施例中,可以使用传统金属形成技术对材料进行折叠或铸造。在又一个实施例中,折叠芯202是单件材料。如本文使用的,这里的“单”包含未切割。本文描述的概念和技术不限于任何特定的材料或任何特定用于形成材料的方法。

[0032] 峰204由脊208来限定,其具有用于将折叠芯202与面板使用粘合剂粘合的表面面积。如本文使用的,“粘合剂”包括化学的,物理的,金属性的或其他可以形成粘合的机制。例如,粘合剂可以是胶合剂,焊接,铆接等。然而,本公开并不限于任何特定的粘合剂。因此,应当理解,与本文各附图相关的胶合剂的使用不限于本公开的范围。

[0033] 可以改变折叠芯202的各个方面以提供各种特性。一些特性的示例包括但不限于,针对面板的粘合力,折叠芯202耐受外侧力的能力,折叠芯202的重量,以及除湿能力。一个针对折叠芯202作出的修改的示例是脊208的表面轮廓。

[0034] 脊208的表面轮廓可以经配置提供各种益处,其包括但不限于,增加或减少折叠芯202与面板之间的粘合。一些表面轮廓的示例包括但不限于,有角度的,平坦的,或圆形的轮廓,或者其组合。每种轮廓类型可以提供各种益处。例如,有角度的表面轮廓与其他轮廓相

比可提供更小用于粘合的表面面积, 而因使用材料更少, 从而导致可能的重量减轻。平坦的表面轮廓与有角度的表面轮廓相比可以提供更大的用于粘合的表面面积, 并且还可以提供更平坦的表面以吸收来冲击力或外侧力, 但所使用的材料会比有角度的表面轮廓要多。圆形的表面轮廓可提供介于有角度的表面轮廓和平坦的表面轮廓之间的折中优点 (middle ground)。在图2中, 脊208被示为具有有角度的轮廓。脊208的某些表面轮廓的示例在以下图3中有进一步细节的图示描述。

[0035] 除了改变脊208的轮廓, 基于折叠芯202的期望特性可以配置折叠芯202的其他方面。例如, 可改变峰204的V形形态。在图2中, 峰204A和峰204B被示出, 其具有标示为峰角 $\alpha$ 的位移角, 其形成了V形形态。可设定峰角 $\alpha$ 以优化折叠芯202用于折叠芯202的特定使用。例如, 在特定区域中峰角 $\alpha$ 可相对较小以增加脊208的表面面积, 这可以增加用于粘合折叠芯与面板的可利用的表面面积。峰角 $\alpha$ 也可以相对较大以降低形成折叠芯202而使用的材料量。这些或其他方面在以下图4中将更加细节说明。

[0036] 可以改变的几何形状的另一示例是表面205的斜度。斜度可被限定为表面205的梯度。例如, 在图2中, 面205A可具有由相对于峰204C和谷206A之间的水平距离的高度变化率测得的面斜度 $\beta$ 。面斜度 $\beta$ 可以被设定在一个特定梯度, 以提供诸如负载传递, 气流等的各种益处。例如, 与相对较小的表面斜度相比, 相对较大的表面斜度可提供更好的压缩负载传递路径。然而, 与相对较大的表面斜度相比, 相对较小的表面斜度可提供更好的剪切负载传递路径。表面斜度的不同方面在后面的图3中更详细的描述。

[0037] 如上所讨论的, 湿气会聚集在芯中, 久而久之, 破坏芯与面板之间的粘合。如果不纠正, 湿气的破坏会导致面板从芯脱层。减小湿气影响的方法之一是提供可以将湿气从折叠芯202去除的通道。例如, 折叠芯202可包含沿着由峰204, 面205和谷206限定的轴线AB从点A到点B的通道210。通道210可提供允许湿气排出折叠芯202的通路。在某些结构中, 通道210可以大到足以提供充足空间以减少在通道210中的任何位置处的湿气的聚集。减少在任何点处的湿气聚集可减少湿气破坏折叠芯202与其面板之间的粘合的可能性。

[0038] 图3是折叠芯202的一部分的侧截面图, 其示出了峰204D-204F, 面205D-205E, 以及谷206D-206E。在图3所示的结构中, 峰204D具有大致为有角度的表面轮廓, 峰204E具有大致平坦的表面轮廓, 而峰204F具有大致圆形的表面轮廓。在某些结构中, 可能更期望采用峰204D的轮廓而优于峰204E的轮廓。因为峰204D尖端处是单一折角 (singular fold), 与峰204E和峰204F相比, 制造峰204D的复杂性更小。峰204D会提供成本和时间节约益处而优于峰204E和峰204F。

[0039] 但是, 当与峰204E和峰204F相比时, 峰204D尖端处的单一折角不可以为粘合剂提供与之同等大小的表面面积。峰204E的平坦部分可提供比峰204D的尖端更大的可供粘合剂附着的表面面积, 从而在某些结构中提供更强的粘合。以类似的方式, 当与峰204D相比时, 峰204F的圆形表面也可提供可使用粘合剂的增加的表面面积。

[0040] 尽管可以提供更大的粘合的表面面积, 峰204E和204F在它们的结构中可以利用比峰204D更多的材料, 因此增加了折叠芯202的重量。峰轮廓的选择可根据特定应用的设计考虑。在某些应用中, 相同折叠芯202中的不同峰204可具有不同表面轮廓以优化折叠芯202用于在折叠芯202中的特定位置处的使用。

[0041] 在图3中, 面205D具有由角度 $\gamma$ 限定的面斜度 $\beta$ , 而面205E具有由角度 $\gamma'$ 限定的面

斜度 $\beta'$ 。在图3中,面斜度 $\beta'$ 小于面斜度 $\beta$ 。在某些示例中,角度 $\gamma$ 和角度 $\gamma'$ 的范围可以从10度到80度。另一些示例中,角度 $\gamma$ 和角度 $\gamma'$ 的范围可以从30度到60度。角度 $\gamma$ 和角度 $\gamma'$ 的上下限值可取决于设计考虑而变化。具有较大的斜度能够更好的应对以大致正交于峰204D的高度的路径上作用的压缩力C。由于压缩力C是在大致正交于面斜度 $\beta$ 的方向传递,诸如面斜度 $\beta$ 的较大斜度,可更好的传递压缩力C,从而减小施加在半径弯曲(radius bend)320的扭矩。但是,面斜度 $\beta$ 可能不太适合应对以大致沿着峰204D的长度方向横向作用的剪力S。当与较小斜度相比,面斜度 $\beta$ 越陡造成在半径弯曲320处产生的扭矩越大。

[0042] 峰204E可以比峰204D更适于应对剪力S。由斜度 $\beta'$ 提供的较小斜度使得结构与剪力S接近于平行,从而减小在半径弯曲322处产生的扭矩。但是,因为较小的斜度,峰204E的结构与压缩力C不大致平行。因此,峰204E会不能像峰204D那样良好地应对压缩力C。在其他实施方式中,在相同折叠芯202中峰204会具有不同的面斜度以在特定位置处提供各种益处。

[0043] 针对在特定位置处的力应对需求,折叠芯202可以具有多于一个的面斜度以优化折叠芯202。例如,在折叠芯202不承受相对大剪力的量的区域中,折叠芯202可以使用具有类似于峰204D的轮廓的峰,这样可以提供重量减轻的能力。在折叠芯202承受相对大剪力的量的区域中,折叠芯202可以使用具有类似于峰204E的轮廓的峰,当与峰204D相比,这样可以提供增加的粘合力但会使重量增加。取决于峰的位置处的特殊状况,折叠芯202可以使用峰204D-204F的各种组合以优化折叠芯202。

[0044] 折叠芯202的面斜度也可以被配置为提供一定程度的空气转移。例如,通道310可具有由峰204D-204E和谷206D提供的一定体积和通道轮廓,而通道312可具有由峰204E-204F和谷206E提供的一定体积和通道轮廓。不同的轮廓可以提供不同的湿气移动能力。在某些结构中,基于期望的气流能力以及力应对能力(如果是额外因素)可以调整表面斜度。这些以及其他能力都可通过对折叠芯202的其他方面的配置来提供。

[0045] 图4是折叠芯202的脊208A的自顶向下的视图。峰204被示出,其具有在部分402中的峰角 $\alpha$ 和在部分404中的峰角 $\alpha'$ 。峰角 $\alpha$ 为窄峰角,而峰角 $\alpha'$ 为宽峰角。如在本文所使用的,“窄峰角”包括等于或小于90度的峰角。在某些示例中,窄峰角可在20度至90度范围。在某些实施方式中,峰角 $\alpha$ 的下限可由复合结构中所使用的材料量以及重量考虑来限定。随材料量增加,弯曲材料层到相对窄的角度而不破坏材料的能力降低。此外,如本文所使用的,“宽峰角”包括大于90度的峰角。在某些示例中,宽峰角可在90度至150度范围。在某些实施方式中,峰角 $\alpha$ 的上限可由折叠芯带来的优势的减小而受到限制。当峰角 $\alpha$ 增加时,脊208A就越接近于直线,从而减少粘合表面面积和力吸收的可用的材料量。通过增加脊208A在每个给定长度的表面面积,减小峰角可以增加折叠芯206粘合到面板的表面面积的量。通过图示说明的方法,长度410A-410H(此处统称为“长度410”)是在脊208A上的面积,可在其上使用胶合剂或其他粘合剂将折叠芯202粘合到面板。在特殊位置处,增加这个长度的数量可提供在折叠芯202与面板之间增加的粘合。

[0046] 例如,由峰角 $\alpha$ 提供的脊208A部分可包括在脊208A的横向长度L上的长度410A-410D。相比之下,具有峰角 $\alpha'$ 的脊208A部分包括在脊208A的相同横向长度L内的长度410F和410G但是仅长度410E和410H的一部分。如图所示,由于增加的长度410的数量,当与具有峰角 $\alpha'$ 的脊208A相比,由峰角 $\alpha$ 提供的脊208A部分在横向长度L上提供了更大的面积。长度数



量越多有助于增加折叠芯202与面板之间的粘合力。但是,增加的长度的数量也会影响给定长度的材料重量。与其他所有因素一样,增加给定横向长度L的材料量会增加折叠芯202的重量。

[0047] 对于特殊应用进一步优化折叠芯202,折叠芯202也可配置具有峰,峰具有多于一个的峰角。例如,在需要相对强粘合力的区域,折叠芯202可具有带有窄峰角 $\alpha$ 的峰。在粘合力因素不会是重量减轻的一个因素的区域中,折叠芯202可具有带有由宽峰角 $\alpha'$ 提供的一部分的峰。

[0048] 图5和图6提供了折叠芯板的进一步结构的示例。现在参照图5,示出了折叠芯502的透视图。折叠芯502具有峰504,其用星“☆”标识。峰504也可以起施加到峰504与飞行器中其他结构的载荷之间的初始力传递接口的作用。如图所示,当与图2的峰204相比,峰504具有大致平面形状。平面形状可以提供优于其他形状的各种益处。

[0049] 例如,当与有角度的形状相比,平面的形状可提供更好的粘合力。峰504的表面面积越大可提供相对较大的接口,在此接口上可使用胶合剂形成化学粘合,因此可能增加给定的胶合剂的粘合力。增加峰504与胶合剂之间的粘合也会有助于减少为产生一定粘合力的胶合剂必要用量。如果更多粘合可用于粘附,为产生与具有更多诸如图2的峰204的有角度的峰与面板之间的粘合强度相似的粘合,则需要使用更少的胶合剂。

[0050] 相对于峰的其他结构,峰504的增加的表面积可以帮助将力分散到比可能在其他峰设计中找到的区域更大的区域。这种力的分散可能有助于减小力在峰504的任何一个特定位置处的力的影响。例如,施加至具有一平方英寸面积的表面的一磅大小的力转换成一磅每平方英寸的压强,然而,施加至具有一百平方英寸的面积的面上的同样一磅力转换成一磅每一百平方英寸的压强。第二种情形的力被分散到更大表面积,即一百平方英寸而不是一平方英寸,因此将同样的力在峰504上的任何一个位置处的影响最小化。这样可以提供给峰504具有较轻设计的能力,与可比较的峰相比,只需要应对每平方英寸较小的磅力,该可比较的峰在性质上是有角度的,并且因此可能不能以类似的方式分散力,例如图2中的峰204。

[0051] 折叠芯502也包括谷506,其在图5中用圆圈“○”标识。当谷506用于将折叠芯502粘合到折叠面板时,其可以与峰504类似的方式配置以提供类似的结构益处。此外,谷504的配置可以有助于提供气流通道510。气流通道510可允许进入折叠芯502的湿气沿着气流通道510排出。

[0052] 湿气可以不同的方式进入折叠芯502。例如,面板中的缺陷可成为进入点,水或者其他液体通过进入点进入折叠芯502。在另一个示例中,折叠芯504由固化的复合材料构成。在制造或固化过程中复合结构中的各种材料可使用树脂或其他液体。液体会残留在折叠芯502中,除非液体在固化阶段被抽出。经过一段时间,湿气会侵蚀折叠芯502中的材料。例如,当暴露于潮湿环境中,某些胶合剂久而久之会退化。这种胶合剂的退化会使折叠芯502和面板之间的粘合力降低,可导致面板层离并从折叠芯502分开。谷506的深度会影响气流通道510的几何形状,并且从而会影响性能。

[0053] 图6是折叠芯602的图示说明,其可采用与大致平面的折叠芯峰相关联的特征同时采用与有角度的折叠芯峰相关联的特征。图6中所示为形成折叠芯602的峰604和谷606。如前所述,峰上大致平面的表面可以提供优于大致有角度的峰的一定益处,反过来也一样。

[0054] 例如,大致平面的峰表面可增加用于粘合的可用面积的量,且同时也将力分散到较大区域上,从而可能使采用大致平面的峰的折叠芯比其他可比较的折叠芯的强度更大。但是,大致平面的峰表面可使用更多的材料,因此可能增加折叠芯的重量。类似的,采用大致有角度的峰表面的折叠芯可减少材料量以及可以简化结构,但可以不具有与大致平面的峰表面关于粘合强度与受分散的类似的性能特性。

[0055] 图6的折叠芯602同时具有两种峰表面提供的一些益处。例如,峰604A具有有角度的结构,其在尖端608处具有尖锐弯曲,因此提供至少一部分的有角度的峰。此外,峰604A具有平面表面610。平面表面610会是可施与涂布胶合剂的大致平面表面,从而在一些结构中提供更强的粘合。因此,在一些结构中,折叠芯602可提供与大致平面的峰表面以及大致有角度峰表面相关的一些益处。

[0056] 图7A-7C是说明在堆叠芯设计中配置为接收另一折叠芯板的互补峰的折叠芯板中的峰表面轮廓的侧截面图。在某些实施方式中,可将折叠芯板粘合到另一折叠芯板而不是面板。在某些结构中,峰可具有经配置为接收相反峰的形状,用于粘合。在另一结构中,折叠芯的峰可具有经配置为接收另一折叠芯的谷的形状。在一些实施方式中,具有不同互补形状的峰可提供一定益处。例如,峰提供一定量的表面面积用于粘合。在另一实施方式中,互补峰可具有提供一定程度的结构刚性的形状。

[0057] 例如,图7A是说明互补峰的一个示例结构的侧截面图。示出的是芯702A1和702A2的一部分。芯702A1和702A2分别包括峰704A1和704A2。峰704A1和704A2具有大致平坦的表面轮廓。在某些结构中,峰704A1和704A2可提供各种益处。例如,由于没有具体的或细节的特征,大致平坦的表面轮廓在制造上会相对简单。此外,当与具有大致有角度的轮廓的峰相比,峰704A1和704A2的大致平坦的表面轮廓可为粘合提供可用的增加的表面量。

[0058] 图7A所示的结构以及以下描述的图7B-7C所示的结构,均可被称为疏堆(sparse stacking)。该结构可被称为疏堆是因为当叠放时,折叠芯除了界面位置720以外不相互对接,该界面位置是芯702A1和702A2相互粘合的位置。芯702A1和702A2的其余部分不是相互对接的,从而在给定的单位体积中形成相对稀疏的芯。后面的图8A-8C,提供了密堆(dense stacking)的示例性结构。

[0059] 图7B是说明一个可替换的表面轮廓的侧截面图。示出的是芯702B1和702B2的一部分。芯702B1和702B2分别包括峰704B1和704B2。峰704B1和704B2具有大致为锯齿状的表面轮廓。在某些结构中,峰704B1和704B2可提供各种益处。例如,大致为锯齿状的表面轮廓可提供比图7A中大致平坦的表面轮廓用于粘合的增加的表面面积。在进一步的实施方式中,大致锯齿状的表面轮廓可提供机械性的益处,由此可以减少或阻止峰704B1和704B2相互之间的横向位移。

[0060] 图7C是说明一个可替代的表面轮廓的侧截面图。示出的是芯702C1和702C2的一部分。芯702C1和702C2分别包括峰704C1和704C2。峰704C1具有大致为凸面的表面轮廓而峰704C2具有大致为凹面的表面轮廓。在某些结构中,峰704C1和704C2可提供各种益处。例如,互补的凸面/凹面表面轮廓可提供比图7A中说明的表面轮廓用于粘合的增加的表面面积。在某些结构中,互补的凸面/凹面表面轮廓可在芯702C1和702C2的构建期间提供对齐。

[0061] 图8A-8C是说明具有互补特征的芯的表面轮廓的侧截面图,该互补特征有助于将折叠芯彼此堆叠在一起。在某些实施方式中,如果需要折叠芯的特定厚度,则更适于使用连

续折叠芯层相互层叠来制成折叠芯。如果芯的厚度使制造相对困难,则会需要折叠芯的连续层叠。当在制作特定厚度芯时,如果折叠芯是单个整体件,折层中的区域可能易产生无法发现的缺陷。以不同的方式,如果多个较薄的折叠芯彼此堆叠,同样厚度可以是可实现的,其结构是厚度是期望的厚度。

[0062] 将多个折叠芯堆叠产生最终的折叠芯结构可以具有附加的益处。例如,可以期望最终的折叠芯结构在不同水平情况下完成各种功能。可以设计多种“加强”的折叠芯以提供结构功能。也可以有提供诸如导电的电学功能的一个或更多个芯。代替用单个整体结构制作折叠芯的方法,特定用途折叠芯层可相互堆叠以提供期望的功能。在某些结构中,折叠芯堆(folded core stack)中的折叠芯可采用互补特征以实现期望的折叠芯结构益处以及提供调整能力。

[0063] 图8A是说明折叠芯堆的互补特征的示例结构的侧截面图。堆叠的芯802A包括芯802A1和芯802A2。芯802A1和802A2可以是根据本文描述的各种结构来构造的折叠芯。此外,芯802A1和802A2可由不同材料形成或可以具有其他区别。例如,芯802A1可以设计为由强度相对大的材料形成的加强芯为堆叠芯802A提供结构支持。在另一示例中,芯802A2可以设计为导电的电芯(electrical core),诸如来自雷击。在又一个示例中,芯802A1或芯802A2可以设计为对各种环境条件具有耐受性的环境芯(environmental core),该环境条件可能破坏堆叠芯802A中的其他芯。如图8A中所示,芯802A1和802A2具有圆形的峰804A以形成大致凹面表面轮廓。

[0064] 图8A以及以下的图8B-8C也示出了密堆结构。以与图7A-7C中说明的结构的不同方式,图8A和下面的图8B-8C中说明的形成堆叠的折叠芯沿着其长度的重要部分相互对接。芯的对接可提供一种结构,其可以减少在图7A-7C说明的疏堆中可能发生的由堆叠操作形成的空隙和气穴。如图所示,密堆可通过将芯802A2的内表面822与芯802A1的外表面824对接得到。在各种结构中,一个折叠芯的至少一部分的峰可位于互补的、对接折叠芯的至少一部分的谷中。在某些结构中,对接可以包括在芯802A1和芯802A2之间使用粘合剂或胶合剂以使芯802A1粘合到芯802A2。

[0065] 图8B是说明可替换的堆叠芯802B的峰轮廓的侧截面图。堆叠芯802B由芯802B1和802B2组成,芯802B1和802B2可以是具有各种设计结构的折叠芯。芯802B1和802B2的峰804B实际上大致为三角形。以类似的方式,图8C说明又一个可替换的堆叠芯802C的峰轮廓的侧截面图。堆叠芯802C由芯802C1和802C2组成,芯802C1和802C2可以是具有各种设计结构的折叠芯。芯802C1和802C2的峰804C具有大致为平面表面轮廓。

[0066] 现在转到图9,说明本文所提供的用于制造飞行器板的说明性例程900。除非另外说明,应该理解,可以执行比附图中所示和本文所描述的更多或更少的操作。另外,除非另外说明,这些操作也可以与本文描述的不同顺序执行。

[0067] 例程900在操作902处开始,在此提供顶部面板104和底部面板106。顶部面板104和底部面板106可由各种材料构成,本公开不限定任何特定的类型。

[0068] 例程900进行到操作904,在此提供具有峰204的折叠芯202。峰204可具有有角度的、平坦的或圆形的轮廓,然而,本公开不限于任何轮廓。折叠芯202也可包括谷206。在一些结构中,折叠芯202是被折叠成波状的Z字形形态的单件材料。在一些结构中,在折叠芯202的折叠期间形成折叠芯202的材料没有切口。在进一步的结构中,峰204和谷206的大致平坦

的表面轮廓可提供在折叠芯202与面板104和106之间的改善的粘合。

[0069] 例程900进行到操作906和908,在此在折叠芯202的上表面和顶部面板104的下表面之间施加胶合剂,并且,在折叠芯202的下表面和底部面板106的上表面之间施加胶合剂。可以以各种方式施加胶合剂,其中本文描述的概念不限于任何特定的方式。例如,可将胶合剂只施加至折叠芯202的表面,或只施加至顶部面板104和底部面板106的表面,或两方都施加。

[0070] 例程900进行到操作910,在此,胶合剂固化以形成整体板以为飞行器所用。如本文所使用的,“整体”,包含了单个部件。应该理解,本文描述的概念和技术不限于任何特定的胶合剂或固化方法,可以使用任何合适的胶合剂和方法。在这之后,例程900结束。

[0071] 此外,本公开包括根据下列条款的实施例:

[0072] 1. 一种在飞行器中使用的板,其包括:

[0073] 顶部面板;

[0074] 底部面板;和

[0075] 粘合至顶部面板和底部面板的折叠芯,折叠芯的特征是,具有多个峰和多个谷以及在多个峰和多个谷之间延伸的多个非竖直面的波状的Z字形形态。

[0076] 2. 根据条款1所述的板,其中多个峰包括窄峰角。

[0077] 3. 根据条款1所述的板,其中非竖直面包括多个面斜度。

[0078] 4. 根据条款1所述的板,其中多个峰中的峰包括有角度的表面轮廓。

[0079] 5. 根据条款1所述的板,其中多个峰中的峰包括圆形的表面轮廓。

[0080] 6. 根据条款1所述的板,其进一步包括用于去除湿气的气流通道。

[0081] 7. 根据条款6所述的板,其中气流通道由多个谷形成。

[0082] 8. 根据条款1所述的板,其中折叠芯包含复合基质。

[0083] 9. 一种在飞行器中使用的折叠芯,其包括:

[0084] 包括多个脊的峰;

[0085] 多个谷;和

[0086] 在多个峰和多个谷之间延伸的多个非竖直面,

[0087] 其中多个峰和多个谷形成为波状的Z字形形态。

[0088] 10. 根据条款9所述的折叠芯,其中多个脊的第一脊包含窄峰角。

[0089] 11. 根据条款10所述的折叠芯,其中多个脊的第二脊进一步包含宽峰角。

[0090] 12. 根据条款9所述的折叠芯,其中多个峰的峰包含有角度的表面轮廓或圆形的表面轮廓。

[0091] 13. 根据条款9所述的折叠芯,其进一步包括具有多个第二峰的第二折叠芯,该第二峰具有接收至少一部分峰的形状。

[0092] 14. 根据条款13所述的折叠芯,其中该形状包括平坦的表面轮廓,锯齿形的表面轮廓或凸面/凹面的表面轮廓。

[0093] 15. 根据条款9所述的折叠芯,其中折叠芯为单件材料。

[0094] 16. 根据条款9所述的折叠芯,其中折叠芯包含复合基质。

[0095] 17. 制造飞行器板的方法,其包括:

[0096] 提供顶部面板;

- [0097] 提供底部面板；
- [0098] 提供特征为波状的Z字形形态的折叠芯，其包括：
- [0099] 多个峰，和
- [0100] 多个谷，
- [0101] 将胶合剂施加至折叠芯的上表面；
- [0102] 将胶合剂施加至折叠芯的下表面；和
- [0103] 固化胶合剂以形成整体板。
- [0104] 18. 根据条款17所述的方法，其中大致平坦的表面轮廓包括窄峰角和宽峰角。
- [0105] 19. 根据条款17所述的方法，其中多个峰的峰包含有角度的表面轮廓、圆形的表面轮廓或平坦的表面轮廓。
- [0106] 20. 根据条款17所述的方法，其进一步包括用于去除湿气的由多个谷形成的气流通道。
- [0107] 21. 一种堆叠芯，其包括：
- [0108] 多个折叠芯，其包括：
- [0109] 包含多个脊的多个峰；
- [0110] 多个谷，和
- [0111] 在多个峰和多个谷之间延伸的多个非竖直面，
- [0112] 其中多个峰和多个谷形成为波状的Z字形形态，
- [0113] 其中多个折叠芯包括互补特征，以允许多个折叠芯的第一折叠芯被堆叠在多个折叠芯的第二折叠芯上。
- [0114] 22. 根据条款21所述的堆叠芯，其中多个折叠芯为疏堆。
- [0115] 23. 根据条款22所述的堆叠芯，其中第一折叠芯的峰被定形状为互补于第二折叠芯的峰。
- [0116] 24. 根据条款23所述的堆叠芯，其中第一折叠芯的峰和第二折叠芯的峰包括平坦的表面轮廓、锯齿形的表面轮廓或凸面/凹面的表面轮廓。
- [0117] 25. 根据条款21所述的堆叠芯，其中多个折叠芯为密堆。
- [0118] 26. 根据条款25所述的堆叠芯，其中第一芯的内表面对接第二芯的外表面。
- [0119] 27. 根据条款26所述的堆叠芯，其进一步包括将第一芯粘合至第二芯的粘合剂。
- [0120] 28. 根据条款21所述的堆叠芯，其中第一折叠芯提供与第二折叠芯不同的功能。
- [0121] 29. 根据条款28所述的堆叠芯，其中第一折叠芯为堆叠芯提供结构支撑，导电，或抗环境条件。
- [0122] 以上仅以说明性的方式提供所描述的主题，其不应理解为限定。对本文所描述的主题可以做出各种修改和变更，而非紧随所说明的和描述的示例性实施例，并且也没有背离本公开的精神和范围，其在下面的权利说明中阐述。

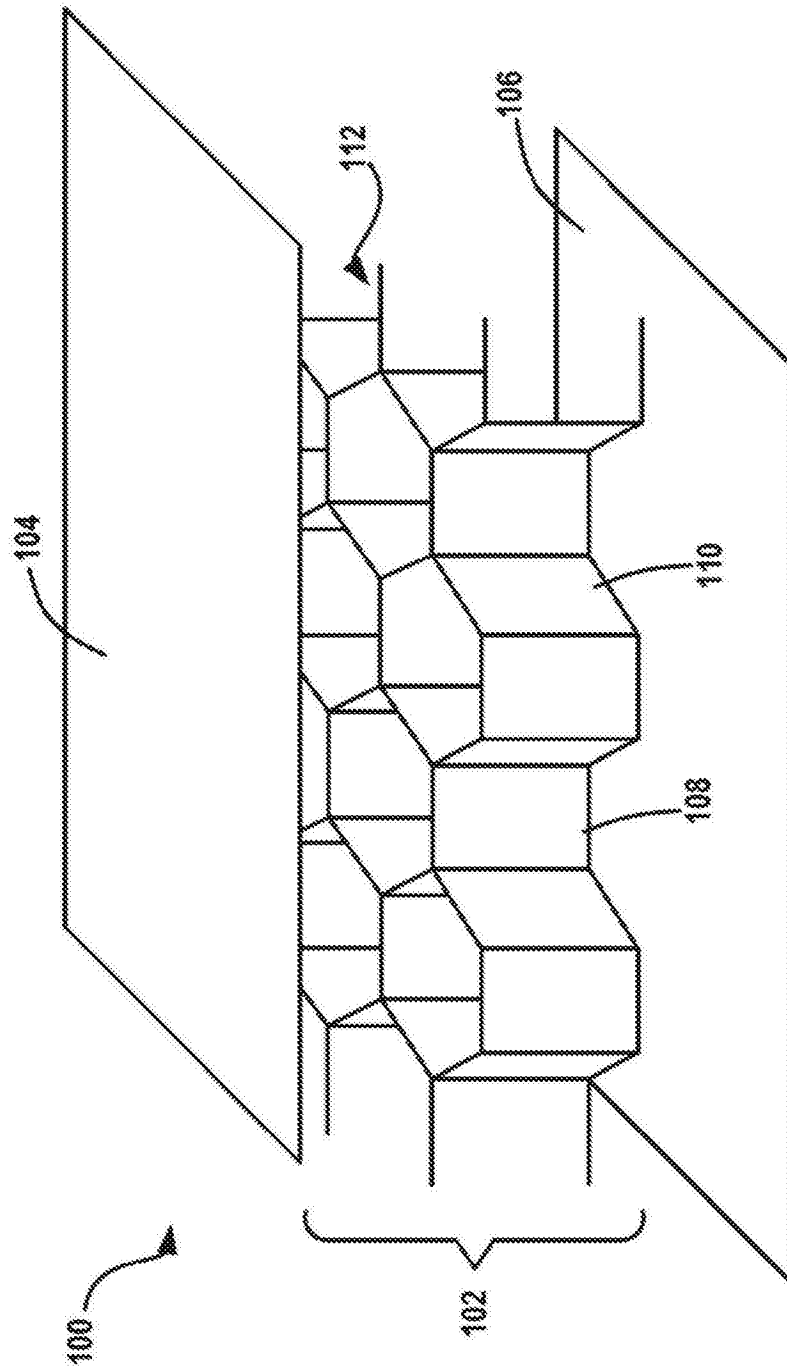


图1 (现有技术)

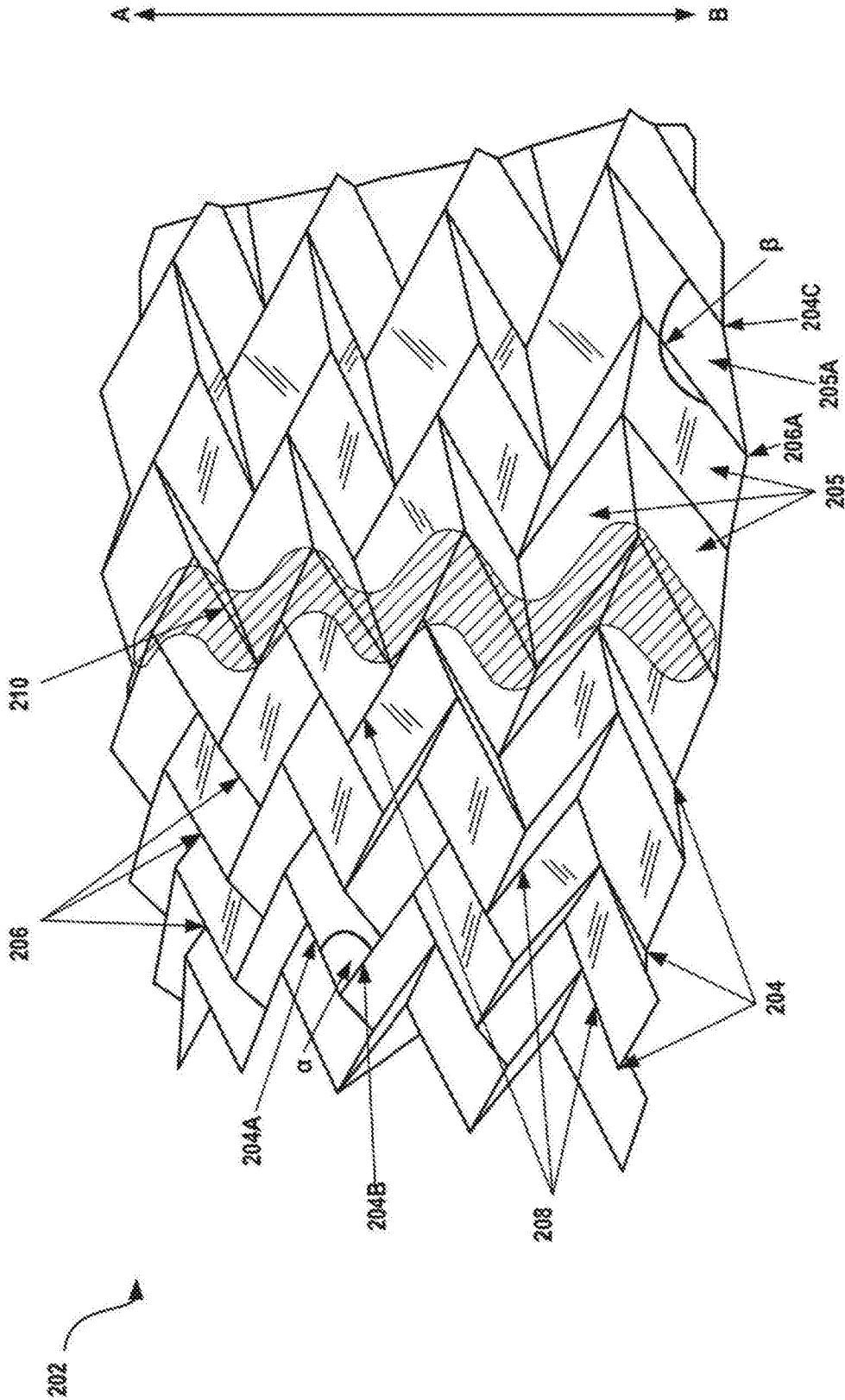


图2

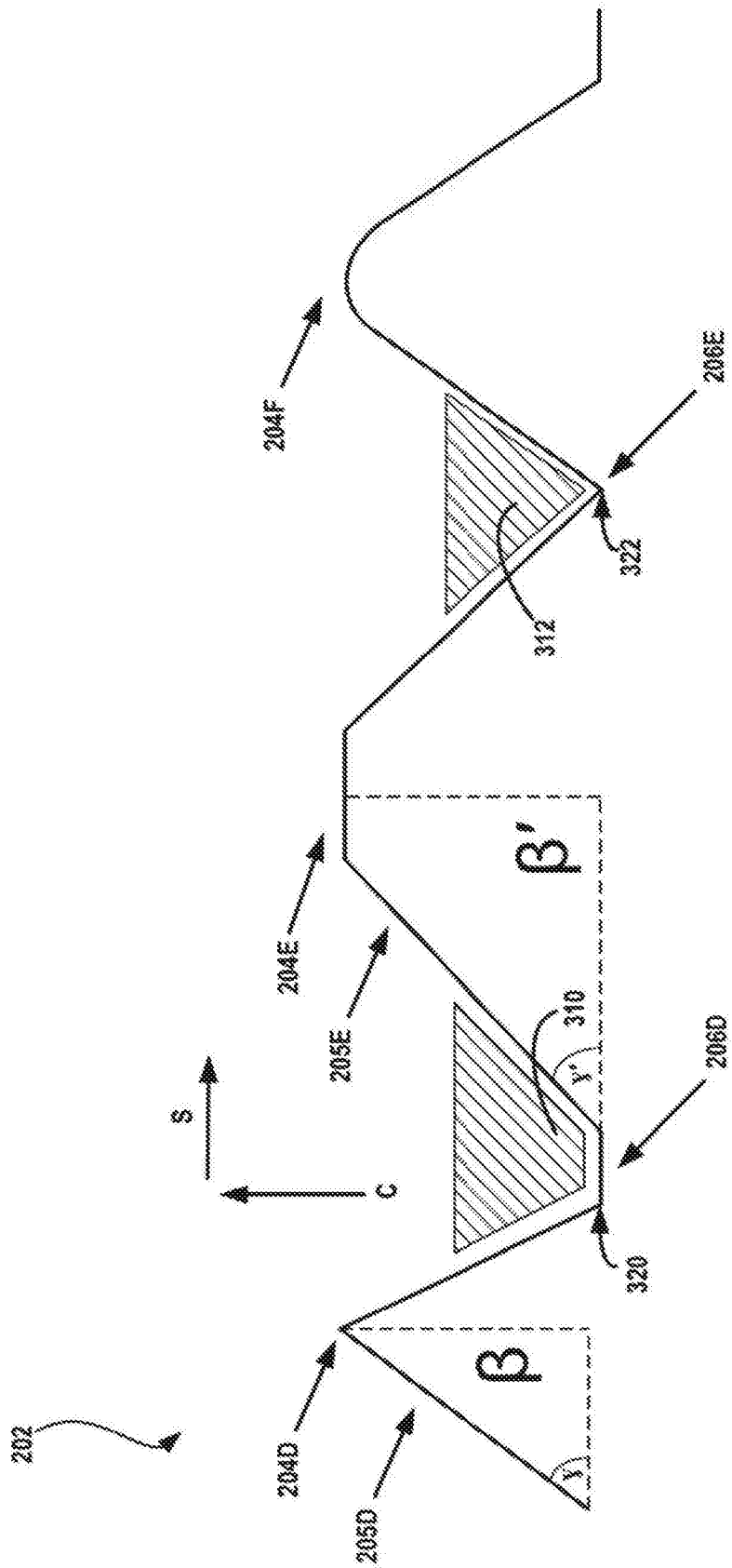


图3



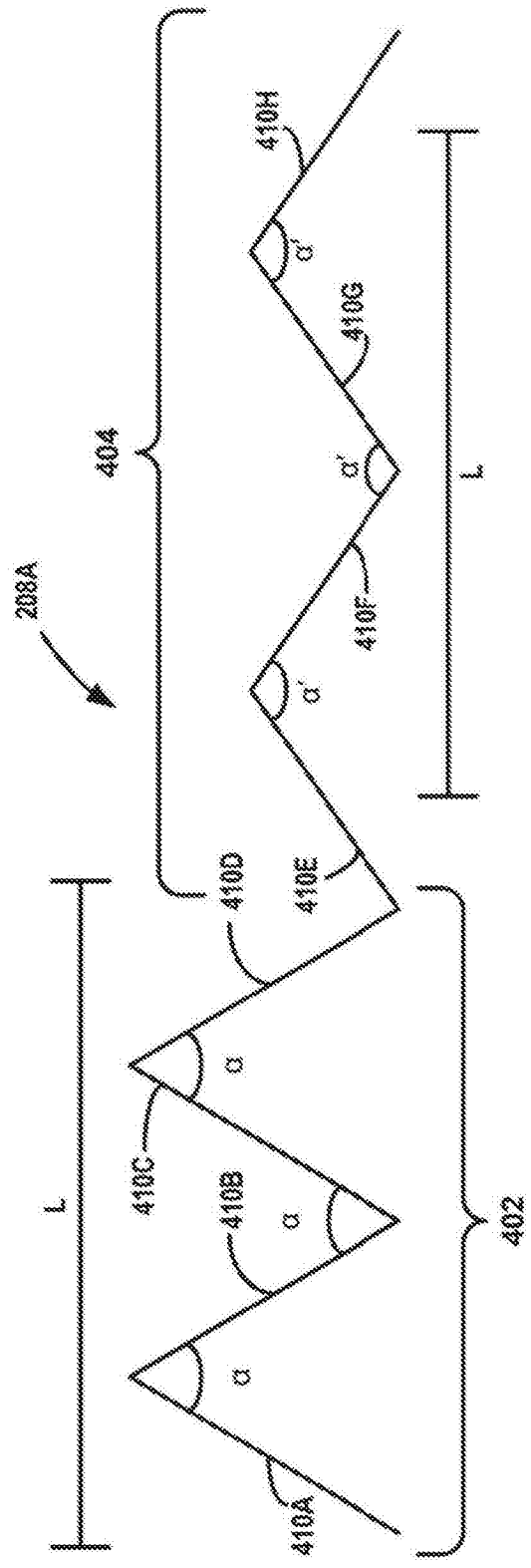


图4

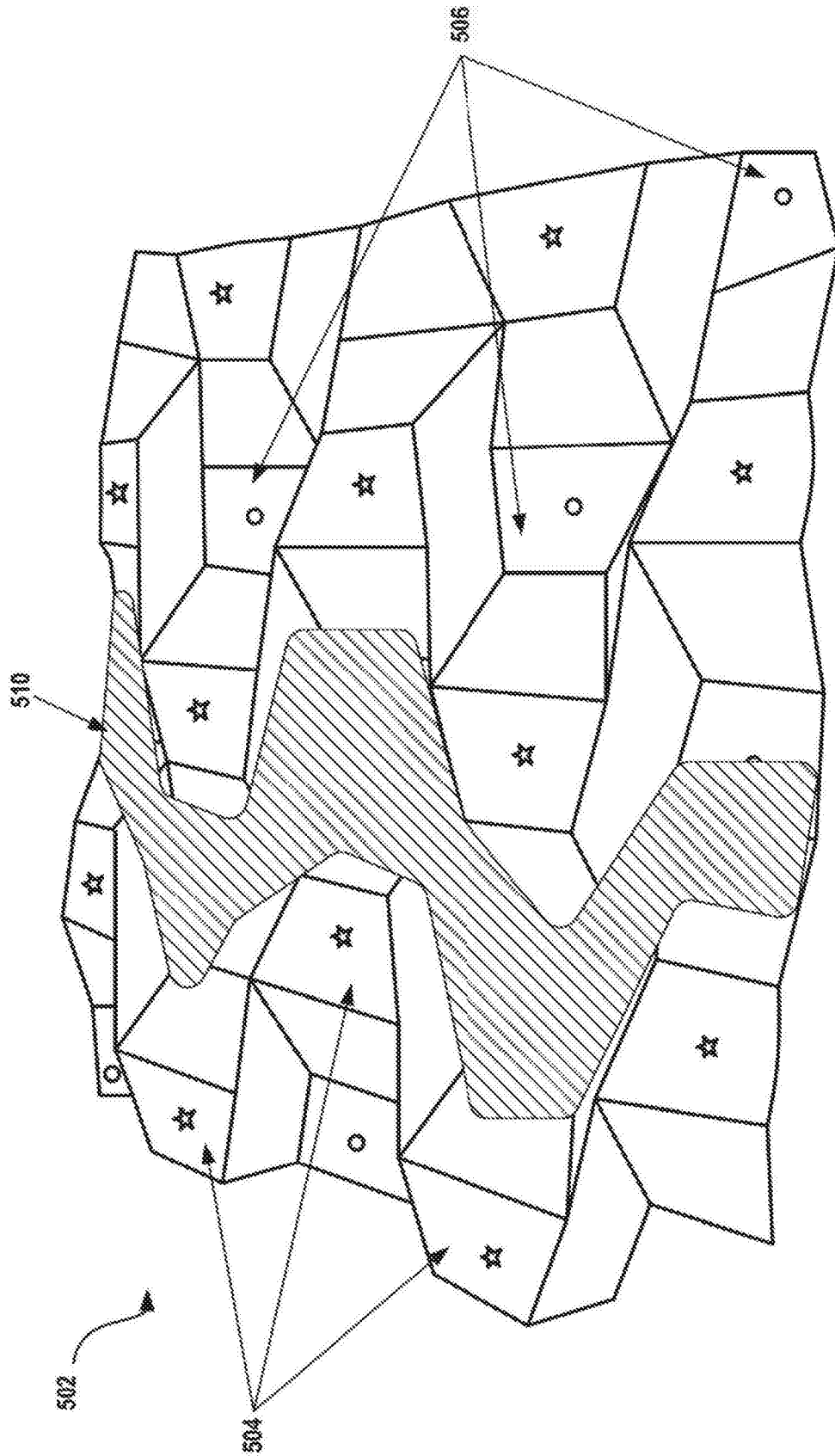


图5

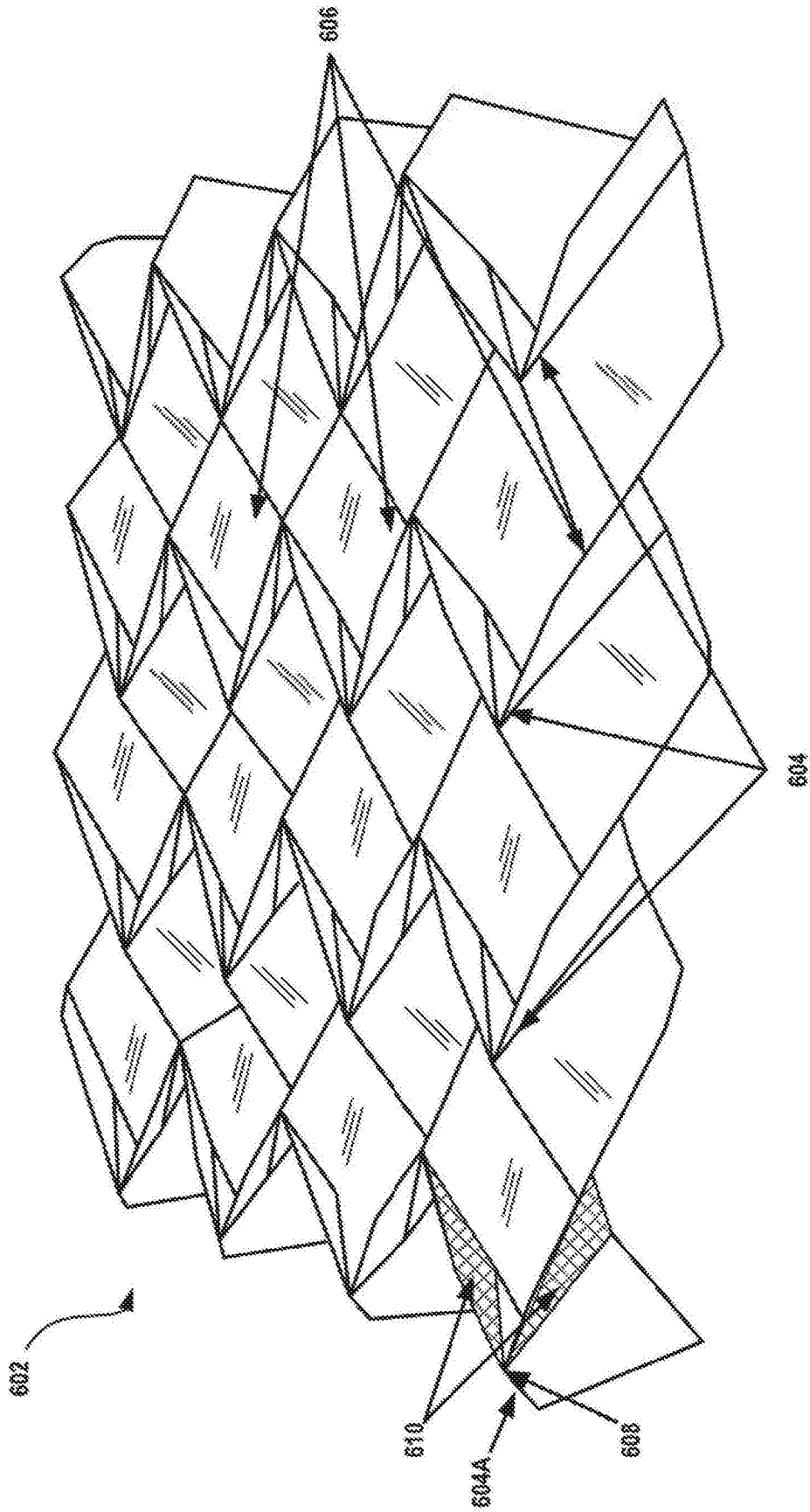


图6

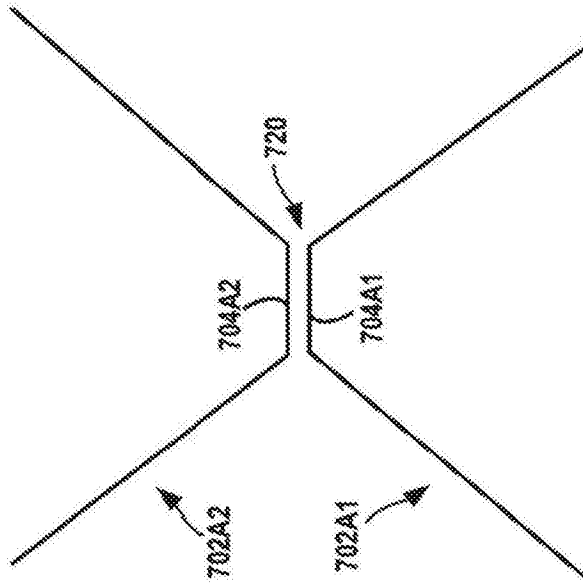


图7A

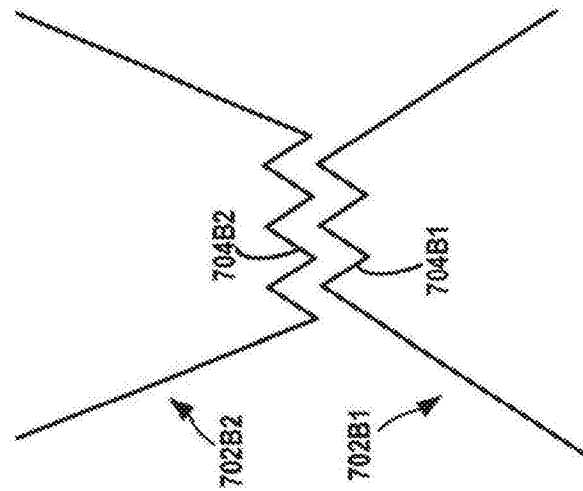


图7B

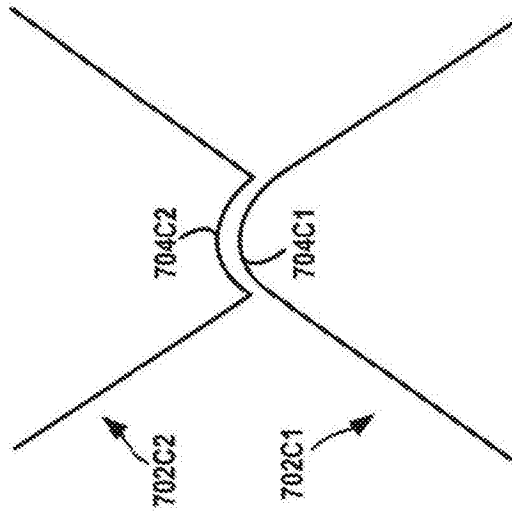


图7C

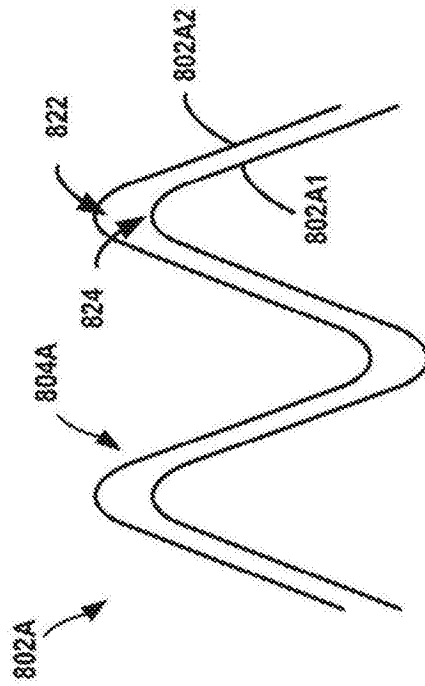


图8A

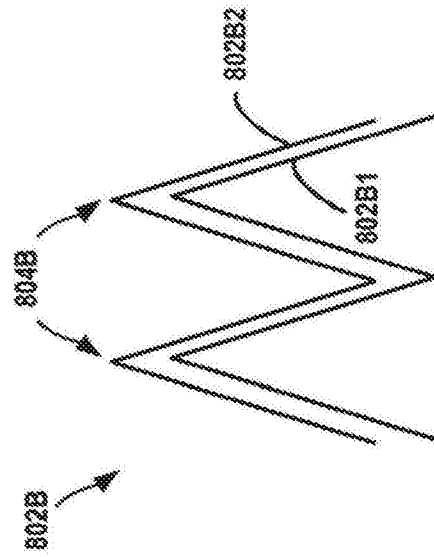


图8B

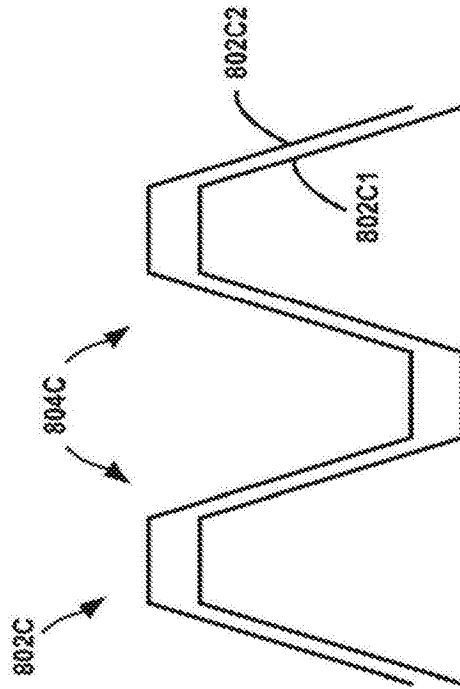


图8C

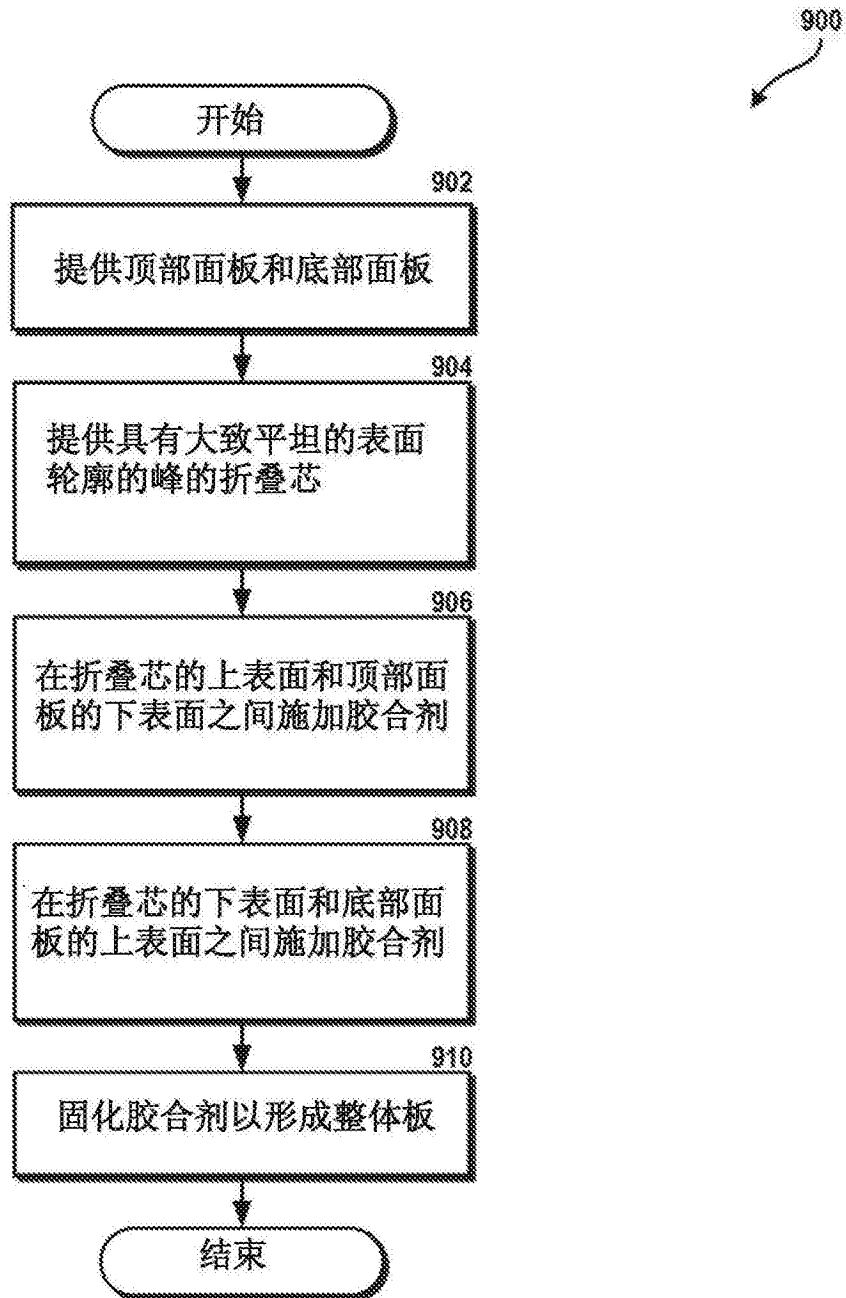


图9