



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103180685 B

(45) 授权公告日 2015. 09. 09

(21) 申请号 201180045509. 2

(22) 申请日 2011. 07. 28

(30) 优先权数据

12/847, 738 2010. 07. 30 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2013. 03. 21

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2011/045718 2011. 07. 28

(87) PCT国际申请的公布数据

W02012/054117 EN 2012. 04. 26

(73) 专利权人 肖特公司

地址 美国纽约州

(72) 发明人 约翰·卡贝瑞 凯瑟琳·莱顿

(74) 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限

责任公司 11219

代理人 张建涛 车文

(51) Int. Cl.

F41H 5/02(2006. 01)

(56) 对比文件

US 2009/0126557 A1, 2009. 05. 21,

US 2009/0126557 A1, 2009. 05. 21,

US 3969563 A, 1976. 07. 13,

US 2006/0225376 A1, 2006. 10. 12,

US 2006/0234577 A1, 2006. 10. 19, 全文.

CN 101646917 A, 2010. 02. 10, 全文.

CN 101702934 A, 2010. 05. 05,

CN 1082655 C, 2002. 04. 10, 全文.

审查员 孙慧慧

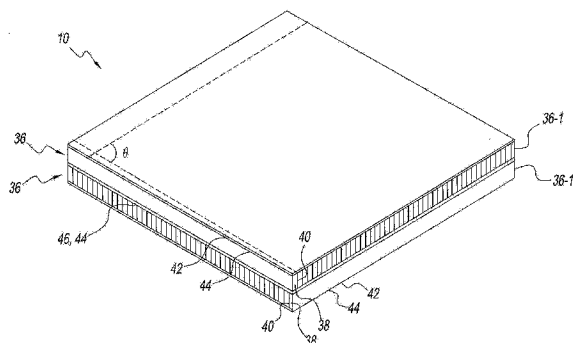
权利要求书3页 说明书11页 附图18页

(54) 发明名称

具有条形保护元件的装甲板及吸收弹丸能量的方法

(57) 摘要

提供一种具有冲击面的装甲板。该装甲板包括：至少一个刚性吸收层；和围绕该至少一个刚性吸收层的高强度限制层。该至少一个刚性吸收层能够具有多个条形保护元件，该多个条形保护元件沿大致垂直于冲击面的平面彼此粘结。该至少一个刚性吸收层能够由玻璃陶瓷材料形成，该玻璃陶瓷材料具有大致等于零的热膨胀系数，在被弹丸冲击时，该材料至少在冲击区域转化成膨胀性粉末。



1. 一种具有冲击面的装甲板,所述装甲板包括:

刚性吸收层,所述刚性吸收层具有多个条形保护元件,所述多个条形保护元件沿大致垂直于所述冲击面的平面彼此粘结;以及

高强度限制层,所述高强度限制层包围所述刚性吸收层,其中,所述多个条形保护元件中的每个条形保护元件均是矩形的,

其中,所述多个条形保护元件中的至少一个条形保护元件是玻璃陶瓷,并且

其中,所述装甲板具有 x 轴、y 轴和 z 轴, x 轴、y 轴和 z 轴均彼此垂直,其中,所述冲击面是由所述 x 轴和所述 y 轴限定的平坦表面,并且其中,所述多个条形保护元件中的每个条形保护元件均具有沿所述 x 轴的长度、沿所述 y 轴的宽度以及沿所述 z 轴的厚度,并且所述长度或所述宽度小于所述厚度。

2. 根据权利要求 1 所述的装甲板,其中,所述厚度和所述长度或所述宽度之间的纵横比在 2:1 和 60:1 之间。

3. 根据权利要求 1 所述的装甲板,其中,所述厚度和所述长度或所述宽度之间的纵横比在 8:1 和 40:1 之间。

4. 根据权利要求 3 所述的装甲板,其中,所述厚度和所述长度或所述宽度之间的纵横比在 15:1 和 25:1 之间。

5. 根据权利要求 1 所述的装甲板,还包括第二刚性吸收层,所述第二刚性吸收层具有第二多个矩形条形保护元件,所述第二多个矩形条形保护元件沿大致垂直于所述冲击面的平面彼此粘结,所述刚性吸收层和所述第二刚性吸收层以从 0° 之上到 180° 之间的角度彼此偏置,所述高强度限制层包围所述刚性吸收层和所述第二刚性吸收层。

6. 根据权利要求 5 所述的装甲板,其中,所述角度等于 90°。

7. 根据权利要求 5 所述的装甲板,还包括中间板,所述中间板在所述刚性吸收层和所述第二刚性吸收层之间,所述高强度限制层包围所述刚性吸收层、所述第二刚性吸收层和所述中间板。

8. 根据权利要求 1 所述的装甲板,其中,所述高强度限制层封闭所述装甲板的所有六侧。

9. 根据权利要求 1 所述的装甲板,其中,所述高强度限制层包括如下材料,该材料选自自由以下组成的组:金属、聚合物、玻璃增强聚合物、纤维增强聚合物、碳增强聚合物、芳族聚酰胺纤维防弹织物、超高分子量聚乙烯防弹织物、玻璃纤维及其任意组合。

10. 根据权利要求 1 所述的装甲板,还包括环向应力诱导装置。

11. 根据权利要求 1 所述的装甲板,其中,所述多个条形保护元件中的至少一个条形保护元件包括热膨胀系数大致等于零的材料。

12. 根据权利要求 1 所述的装甲板,其中,所述多个条形保护元件中的至少一个条形保护元件的密度小于或等于 3 克每立方厘米。

13. 如权利要求 1 所述的装甲板,其中,所述多个条形保护元件中的至少一个条形保护元件包括填充有多个增强颗粒的环氧树脂和 / 或树脂。

14. 根据权利要求 1 所述的装甲板,还包括粘结层,所述粘结层在所述多个条形保护元件中的各个条形保护元件之间。

15. 根据权利要求 14 所述的装甲板,其中,与所述至少一个粘结层相比,所述条形保护

元件具有更低的热膨胀系数。

16. 根据权利要求 14 所述的装甲板,其中,所述多个条形保护元件中的每个条形保护元件均处于预压缩状态,并且所述粘结层中的每个粘结层均处于受拉状态。

17. 根据权利要求 1 所述的装甲板,其中,所述多个条形保护元件中的每个条形保护元件均处于预压缩状态。

18. 根据权利要求 1 所述的装甲板,还包括板形层,所述高强度限制层包围所述刚性吸收层和所述板形层。

19. 根据权利要求 18 所述的装甲板,其中,所述板形层包括如下的板,该板选自由以下组成的组:冲击板、中间板、底板及其任意组合。

20. 根据权利要求 18 所述的装甲板,其中,所述板形层由如下材料形成,该材料选自由以下组成的组:金属、聚合物、聚碳酸酯、木材、玻璃、陶瓷、防弹织物、玻璃纤维、玻璃陶瓷、芳族聚酰胺增强聚合物、超高分子量聚乙烯增强聚合物、浸渍有这些材料中的一种或多种的聚合物及其任意组合。

21. 根据权利要求 1 所述的装甲板,还包括背衬板,所述背衬板固定到所述高强度限制层的外表面。

22. 根据权利要求 21 所述的装甲板,其中,所述背衬板包括如下材料,该材料选自由以下组成的组:钛、铝、钢或其任意合金、芳族聚酰胺增强聚合物、超高分子量聚乙烯增强聚合物、聚甲基丙烯酸甲酯、聚碳酸酯及其任意组合。

23. 根据权利要求 1 所述的装甲板,其中,所述多个条形保护元件中的至少一个条形保护元件沿大致垂直于所述冲击面的平面具有比所述多个条形保护元件中的其它条形保护元件的高度大的高度,以在所述至少一个条形保护元件和所述其它条形保护元件之间限定区域。

24. 根据权利要求 1 所述的装甲板,还包括层间条,所述层间条被定位在相邻条形保护元件之间。

25. 根据权利要求 24 所述的装甲板,其中,所述层间条包括密度不同于所述多个条形保护元件的材料。

26. 根据权利要求 24 所述的装甲板,其中,所述层间条包括如下材料,该材料选自由以下组成的组:钢、二硼化钛 (TiB_2)、热塑性聚氨酯 (TPU)、聚甲基丙烯酸甲酯 (PMMA)、填充有多个增强颗粒的环氧树脂和 / 或树脂及其任意组合。

27. 根据权利要求 24 所述的装甲板,其中,所述层间条包括伸长率大于 5% 的材料。

28. 根据权利要求 1 所述的装甲板,其中,所述多个条形保护元件绕垂直于所述冲击面或平行于所述冲击面的轴弯曲。

29. 一种具有冲击面的装甲板,所述装甲板包括:

第一刚性吸收层,所述第一刚性吸收层具有第一多个条形保护元件,其中,所述第一多个条形保护元件中的相邻的每对条形保护元件利用具有从 0.005 英寸至 0.025 英寸的厚度的粘结夹层沿大致垂直于所述冲击面的平面彼此粘结;以及

第二刚性吸收层,所述第二刚性吸收层具有第二多个条形保护元件,其中,所述第二多个条形保护元件中的相邻的每对条形保护元件利用具有从 0.005 英寸至 0.025 英寸的厚度的粘结夹层沿大致垂直于所述冲击面的平面彼此粘结;

所述第一刚性吸收层和所述第二刚性吸收层以从 0° 之上到 180° 之间的角度彼此偏置，

其中，所述多个条形保护元件中的每个条形保护元件均是矩形的，并且所述多个条形保护元件中的每个条形保护元件均沿除了垂直于所述冲击面的轴之外的轴具有最小的尺寸。

30. 根据权利要求 29 所述的装甲板，其中，所述角度等于 90° 。

31. 根据权利要求 29 所述的装甲板，还包括至少一个高强度限制层，所述至少一个高强度限制层包围所述第一刚性吸收层和所述第二刚性吸收层。

32. 一种具有冲击面的装甲板，所述装甲板包括：

刚性吸收层，所述刚性吸收层具有多个条形保护元件，其中，所述多个条形保护元件中的相邻的每对条形保护元件利用具有从 0.005 英寸至 0.025 英寸的厚度的粘结夹层沿大致垂直于所述冲击面的平面彼此粘结，其中，所述多个条形保护元件中的每个条形保护元件均是矩形的，且每个元件均沿除了垂直于所述冲击面的轴之外的轴具有最小的尺寸。

33. 根据权利要求 32 所述的装甲板，还包括高强度限制层，所述高强度限制层包围所述刚性吸收层。

34. 一种装甲板，所述装甲板包括：

刚性吸收层，所述刚性吸收层包括玻璃陶瓷材料，所述玻璃陶瓷材料具有大致等于零的热膨胀系数，并且，在被弹丸冲击时，所述玻璃陶瓷材料至少在冲击区域中转化成膨胀性粉末；和

高强度限制层，所述高强度限制层包围所述刚性吸收层，其中，所述刚性吸收层包括多个条形保护元件，所述多个条形保护元件中的每个条形保护元件均是矩形的，并且

其中，所述装甲板具有 x 轴、y 轴和 z 轴，x 轴、y 轴和 z 轴均彼此垂直，其中，所述冲击面是由所述 x 轴和所述 y 轴限定的平坦表面，并且其中，所述多个条形保护元件中的每个条形保护元件均具有沿所述 x 轴的长度、沿所述 y 轴的宽度以及沿所述 z 轴的厚度，并且所述长度或所述宽度小于所述厚度。

35. 一种吸收弹丸能量的方法，包括：

使所述弹丸冲击在装甲板的冲击面上，以将所述装甲板的第一条形保护元件转化成膨胀性粉末；以及

经由另外的条形保护元件和限制层限制所述膨胀性粉末，所述另外的条形保护元件沿大致垂直于所述冲击面的平面粘结到所述第一条形保护元件且利用具有从 0.005 英寸至 0.025 英寸的厚度的粘结夹层彼此粘结，使得所述膨胀性粉末上的所述弹丸的应变导致增加的粘度，该增加的粘度足以吸收所述弹丸的能量的至少一部分，

其中，每个条形保护元件均是矩形的，并且每个条形保护元件均沿除了垂直于所述冲击面的轴之外的轴具有最小的尺寸。

具有条形保护元件的装甲板及吸收弹丸能量的方法

技术领域

[0001] 本公开涉及装甲板。更具体地,本公开涉及具有条形保护元件的装甲板。

背景技术

[0002] 组装成保护“对象”的装甲板已经被用于保护建筑、车辆和人员免受弹丸伤害。当用于保护建筑和车辆时,装甲板由诸如金属、陶瓷、纤维复合材料、玻璃和其它材料的各种材料制成。

[0003] 由金属和许多传统陶瓷制成的装甲板具有高比重,由于其巨大的重量,在保护人或车辆时这是成问题的。例如,向车辆增添重的金属装甲板降低车辆的速度和机动性、降低车辆的承载能力、减少车辆的行程,并且部分地由于需要更昂贵的元件诸如悬架、传动系、车轮和发动机而增加车辆的运行成本。用于个人保护装置、车辆和建筑的特殊材料板诸如传统陶瓷、纤维复合材料和玻璃非期望地增加生产和维护装甲的成本。

[0004] 因此,一直存在对足以对致命性逐渐增加的活动中的发现的威胁和运行中的潜在威胁进行保护的持续减轻重量的装甲板,同时降低装甲板的重量和成本的需要。

发明内容

[0005] 提供一种具有冲击面的装甲板。该装甲板包括:至少一个刚性吸收层;和包围该至少一个刚性吸收层的高强度限制层。该至少一个刚性吸收层具有多个条形保护元件,所述多个条形保护元件沿大致垂直于冲击面的平面彼此粘结。

[0006] 还提供一种包括至少一个刚性吸收层和包围该至少一个刚性吸收层的高强度限制层的装甲板。该至少一个刚性吸收层由如下材料形成,该材料具有大致等于零的热膨胀系数,并且在被弹丸冲击时至少在冲击区域中转化成膨胀性粉末。

[0007] 提供一种吸收弹丸能量的方法。该方法包括以下步骤:使所述弹丸冲击在装甲板的冲击面上,以将所述装甲板的第一条形保护元件转化成膨胀性粉末;以及通过沿大致垂直于所述冲击面的平面粘结到所述第一条形保护元件的条形保护元件和限制层来限制所述膨胀性粉末,使得在所述膨胀性粉末上的弹丸的应变导致足以吸收所述弹丸的能量的至少一部分能量的增加的粘度。

[0008] 从以下详细说明、附图和所附权利要求书中,本领域的技术人员将理解和明白本公开的上述和其它特征和优势。

附图说明

[0009] 图 1 是具有根据本公开的装甲板的示例性实施例的交通工具的侧视俯视立体图;

[0010] 图 2 是图 1 的装甲板的侧视俯视立体图;

[0011] 图 3 是沿线 3-3 截取的图 2 的装甲板的剖视图;

[0012] 图 3A 是沿线 3-3 截取的图 2 的装甲板的细长剖视图;

[0013] 图 4 是沿线 4-4 截取的图 2 的装甲板的剖视图;

- [0014] 图 5 是移除了外部限制层的图 2 的装甲板的侧视俯视立体图；
- [0015] 图 6 是图 5 的装甲板的一部分的放大图；
- [0016] 图 7A 和图 7B 是示出示例装甲板与根据本公开的装甲板之间断裂机理的比较大的图,其中移除了外部限制层；
- [0017] 图 8 是装甲板的布置结构的侧视俯视立体图,其中移除了外部限制层的部分；
- [0018] 图 9 是根据本公开的装甲板的替代示例性实施例的侧视俯视立体图；
- [0019] 图 10 是沿线 10-10 截取的图 9 的装甲板的剖视图；
- [0020] 图 11 是沿线 11-11 截取的图 9 的装甲板的剖视图；
- [0021] 图 12 是根据本公开的装甲板的替代示例性实施例的侧视俯视立体图；
- [0022] 图 13 是沿线 13-13 截取的图 12 的装甲板的剖视图；
- [0023] 图 14 是沿线 14-14 截取的图 12 的装甲板的剖视图；
- [0024] 图 15 是图 12 的装甲板的侧视俯视放大立体图,其中移除了外部限制层；
- [0025] 图 16 是移除了外部限制层的根据本公开的装甲板的替代示例性实施例的侧视俯视放大立体图；
- [0026] 图 17 是移除了外部限制层的根据本公开的装甲板的另一替代示例性实施例的侧视俯视放大立体图；并且
- [0027] 图 18 是移除了外部限制层的根据本公开的装甲板的又一替代示例性实施例的侧视俯视立体图；
- [0028] 图 19 是在圈 19 处截取的图 18 的装甲板的放大图；
- [0029] 图 20 是移除了外部限制层的根据本公开的装甲板的另一替代示例性实施例的侧视俯视图；
- [0030] 图 21 是移除了外部限制层的根据本公开的装甲板的又一替代示例性实施例的侧视俯视放大图；
- [0031] 图 22 是移除了外部限制层的根据本公开的装甲板的又一替代示例性实施例的侧视俯视放大图；
- [0032] 图 23 是在圈 23 处截取的图 22 的装甲板的放大图；
- [0033] 图 24 是移除了外部限制层的根据本公开的装甲板的又一替代示例性实施例的侧视俯视放大图；以及
- [0034] 图 25 是在圈 25 处截取的图 24 的装甲板的放大图。

具体实施方式

[0035] 现参照附图,且具体参照图 1,示出了根据本公开的装甲板的示例性实施例,且装甲板在本文中总体以附图标记 10 表示。有利地,装甲板 10 提供轻质能量吸收防弹保护装置。装甲板 10 通过在外约束层内设置一个或多个条形层来提供这种轻质保护能力。

[0036] 最终,所有的装甲都经受所谓的完全或部分穿透,换言之,被部分或完全毁坏。考虑到改进装甲系统的需要,本申请通过仔细观察被击败对象而得出这样的结论:为了击败和阻挡弹丸,必须考虑材料被放置在实际动态事件的时间域方面中的系统机构和材料特性。

[0037] 此外,本申请还得出如下结论:材料和系统在动态条件和时间域内的特性几乎总

是与这些材料和系统在标准温度和压力(STP)下或这些时间域外的特性显著不同。

[0038] 简单来说,本申请得出结论:材料在冲击时间域期间的动态特性不同于这些相同材料的静态特性。通常,通过在事件实际发生的几个时间域之前和之后观察对象来考虑材料的 STP 特性而不考虑事件实际发生的几个时间域来诠释现有技术装甲性能。有利地,本公开的装甲板 10 在外部约束层内设置一个或多个条形层,这被认为在动态条件下和防弹事件的时间域下优化材料和系统的特性。

[0039] 在防弹冲击的小时间域期间,本申请已经确定,材料在短时期以令人惊讶的和意想不到的方式表现。材料能够以非常大的量塑性压缩,高达 30 和 40%。材料能够在短时期分解成不同成分,并且然后由于小时间域并且这些东西无法实体移动以适应新配方,而以其初始形式重组。这些材料能够失效成粉末和或颗粒,并且在大应变下突然膨胀为膨胀性粉末,并且实际增加对弹丸的抵抗性。这些材料能够以令人吃惊的方式变成几乎液相或塑性。材料的导热率、音速容量、硬度、韧性、断裂模量、密度和横截面都会发生显著变化。

[0040] 现有技术装甲系统的材料和设计不能利用这些瞬态性能,而装甲板 10 被构造成如下文更详细描述地利用这些瞬态性能。

[0041] 装甲板 10 基本上是不透明的,并认为能够在个人保护装置、交通工具和建筑中使用。为了清楚起见,示出装甲板 10 用在交通工具 12 上,交通工具 12 被示出为卡车。当然,本发明设想认为装甲板 10 用在任何交通工具 12 上,包括但不限于汽车、船只、飞机、船舶、和需要保护免受威胁的任何其它交通工具。此外,本发明设想认为板 10 用在任何固定的或可移动的建筑或个人保护装置上。

[0042] 在一些实施例中,装甲板 10 用于保护交通工具 12 的第一部分 14。这里,装甲板 10 是具有与部分 14 的形状大致匹配的大致平坦、多边形形状的单板。然而,本发明设想板 10 具有任何期望形状和 / 或一个以上板 10 彼此相邻地布置和 / 或彼此重叠地布置以保护第一部分 14,所述第一部分 14 能够是交通工具 12 的任何所需部分。

[0043] 装甲板 10 具有威胁侧 18 和安全侧 20。威胁侧 18 由通过 x- 轴和 y- 轴限定的第一平面形成,而安全侧 20 由通过 x- 轴和 y- 轴限定的第二平面形成。威胁侧 18 和安全侧 20 大致彼此平行并且沿 z- 轴以距离 22 彼此偏置。距离 22 限定装甲板 10 的厚度,使得 z- 轴大致沿着通常预想的射来弹丸的飞行方向。装甲测试和鉴定几乎总是在最坏情况的冲击角度下进行,最坏情况的冲击角度被假设为垂直于冲击板的 x 和 y 轴,其中弹丸沿 z 轴行进。

[0044] 使用时,装甲板 10 被布置成使得威胁侧 18 背离受保护的物件和 / 或人员(例如交通工具 12),并面朝威胁方向,即射来弹丸的方向。相反地,装甲板 10 被布置成使得安全侧 20 面朝所保护的物件和 / 或人员并且背离威胁方向。这样,威胁侧 18 代表朝向威胁的冲击或撞击面 24。

[0045] 本文所使用的撞击面 24 仅指示装甲板 10 的面向射来弹丸的方向的一面或一侧。在一些实施例中,撞击面 24 可包括一个或多个板,但在其它实施例中可不包括任何板。

[0046] 参照图 2 至 6 更详细地描述装甲板 10 的示例性实施例。

[0047] 装甲板 10 包括封闭装甲板的一个或多个外部约束层 30(仅示出一个)。在所示实施例中,约束层 30 沿板的所有六个侧封闭装甲板 10。当然,本发明设想约束层 30 沿少于板的六个侧封闭装甲板 10。

[0048] 约束层 30 能够由足以提供六轴力约束的任何高强度材料制成。例如,能够是铸

造或灌制或组装而成的约束层 30 能够由以下材料制成：金属、聚合物、玻璃增强聚合物、纤维增强聚合物、碳增强聚合物、诸如包括聚芳基酰胺纤维、超高分子量聚乙烯纤维的防弹织物、玻璃纤维或其它高强度材料或它们的任意组合。

[0049] 当形成防弹织物的外部约束层 30 时，能够用织物包裹装甲板 10 使得织物的重叠层位于冲击面 24 处，所述防弹织物诸如使用超高分子量聚乙烯纤维或聚芳基酰胺纤维形成的那些，超高分子量聚乙烯纤维可以商品名 DYNEEMA 和 SPECTRA 购得，聚芳基酰胺纤维可以商品名 KEVLAR 购得。

[0050] 此外，当形成防弹织物的外部约束层 30 时，能够用横越装甲板的安全侧、威胁侧和两个边缘的第一织物层包裹并且然后用同样跨越装甲板的安全侧和威胁侧以及其余两个边缘的第二织物层包裹装甲板 10。

[0051] 这样，第一和第二外部约束层 30 覆盖了装甲板的所有六个面，且在安全侧和威胁侧 18、20 上具有织物层的双重重叠。当然，本公开设想装甲板 10 具有多于或少于两个的上述织物层和 / 或设想织物层重叠在除了安全侧和威胁侧 18、20 之外的面上。

[0052] 在一些实施例中，外部约束层 30 能够由具有延伸凸片（未示出）的结构铝板制成，该延伸凸片能够绕该结构定位并且被焊接在装甲板 10 的每个角部中。这里，外部约束层 30 能够被构造成绕装甲板 10 引入环向预应力。例如，铝焊件的收缩能够用于诱导装甲板 10 的环向预应力。

[0053] 在其它实施例中，外部约束层 30 能够包括围绕装甲板 10 的一个或多个部分的一个或多个钢带（未示出）。同样，钢带能够被构造成对装甲板 10 引入环向预应力。例如，能够将钢带的尺寸设定成稍微小于装甲板 10，并且能够使用热膨胀方法绕装甲板将钢带固定，以使钢带围绕装甲板压缩配合，从而提供侧向约束。

[0054] 在一些实施例中，装甲板 10 能够包括单独的背衬板 32，该单独的背衬板 32 通过粘结层 34 而粘结到安全侧 20。在其它实施例中，板 10 的安全侧 20 能够粘结或以其它方式直接固定到被保护的物件和 / 或人员（例如交通工具 12）。粘结层 34 能够例如是丁基粘合剂、聚氨酯、环氧树脂、多硫化物、聚乙烯醇缩丁醛或它们的任何组合的层。

[0055] 在外部约束层 30 内封闭有至少一个刚性冲击吸收层 36。刚性冲击吸收层 36 包括多个条形保护元件 38，该多个条形保护元件 38 沿着垂直于冲击面 24 的平面彼此粘结。本发明已经确定，将条形保护元件 38 沿着垂直平面彼此粘结确保了保护元件沿其整个长度彼此固定并且消除了条形保护元件之间的开放空间，从而改进装甲板抵抗小弹丸和弹丸碎片的防弹性能。

[0056] 现有技术装甲板需要使用形成为“板”的形狀的能量吸收材料，该“板”具有显著大于（例如沿 z 轴测量的）厚度的（例如沿 x 轴测量的）宽度和（例如沿 y 轴测量的）长度。本发明已经确定，这种现有技术装甲板之所以是不利的，是因为它们的尺寸被设定成其沿 z 轴的尺寸是最小的，所述 z 轴是垂直于冲击面的轴并且大致沿弹丸的飞行方向。这样，这种现有技术板限制了该层抵抗由冲击弹丸施加的力的能力。

[0057] 相反，装甲板 10 包括刚性冲击吸收层 36，该刚性冲击吸收层 36 由条形保护元件 38 形成。本文使用的术语“条形”意味着保护元件 38 沿着除了 z 轴之外的一轴具有其最小尺寸，该 z 轴是垂直于冲击面 24 并且大致沿着弹丸的飞行方向的轴。

[0058] 这样，本发明已确定，与现有技术板相比，条形保护元件 38 沿着射来弹丸飞行方

向提供增强的抗弯性。

[0059] 换言之,假设条形保护元件 38 具有沿 x 轴延伸的长度、沿 y 轴延伸的宽度和沿 z 轴延伸的厚度,则该条形保护元件 38 的 z :x 纵横比或 z :y 纵横比等于或大于 1 :1、优选地在约 2 :1 和 60 :1 之间、更优选地在 8 :1 和 40 :1 之间,并且在约 15 :1 和 25 :1 之间以及其间的子范围是最优选的。

[0060] 在图 2 至 6 中所示的装甲板 10 的实施例中,装甲板包括两个刚性冲击吸收层 36,即第一层 36-1 和第二层 36-2。第一层 36-1 由沿着垂直于冲击面 24 的 x :z 平面彼此粘结的多个条形保护元件 38 形成,而第二层 36-2 由沿着垂直于冲击面的 y :z 平面彼此粘结的多个条形保护元件 38 形成。

[0061] 因此,在所示的实施例中,示出第一层 36-1 和第二层 36-2 以等于 90° (九十度)的角度 θ 彼此偏置。应当认识到,角度 θ 被示出为等于 90° 仅作为示例。当然,本发明设想,当存在一个以上的刚性冲击层 36 时,装甲板 10 具有小于或大于 90° 的在层之间的角度 θ 。例如,本发明设想角度 θ 在 0° 之上到 180° 之间的范围内和是在其间的任何角度。

[0062] 本发明还设想板 10 按需包括多个刚性冲击层 36,以符合期望保护的特定威胁。例如,板 10 能够包括少至一个刚性冲击层 36 和多达二十个或更多个刚性冲击层。

[0063] 本公开认为现有技术玻璃“板”具有三个断裂阶段:破碎、径向断裂和后期同心断裂。在初始冲击时,现有技术玻璃板的材料破碎成粉末。然后,板中的碎裂通常从冲击点向外径向传播。最后,形成后期断裂,所述后期断裂通常是同心的,这是因为它们绕冲击点形成一系列同心圆或弧。这些同心断裂在径向断裂之间传播。

[0064] 有利地,且不期望受限于任何特定理论,相信具有条形保护元件 38 的装甲板 10 最小化了径向和同心断裂机理的影响,从而增强了粉碎和膨胀粉末的约束。

[0065] 例如,认为由于径向和同心断裂通过沿着垂直于冲击面 24 的平面彼此粘结的条的界面而被停止或抑制,所以条形保护元件 38 抑制了裂纹在相邻的保护元件之间的传播。

[0066] 现参照图 7A 和 7B,示出示意现有技术板装甲 110 和装甲板 10 之间的断裂机理差异的图片。在该示例中,使具有显著相同的结构材料和尺寸的板装甲 110 和装甲板 10 受到显著相似的弹丸冲击。板装甲 110 和装甲板 10 的结构之间的主要区别是板装甲 110 包括板形状的层,而装甲板 10 则是如上文参照图 2 至 6 所示实施例所描述的,即具有两个刚性层 36,该两个刚性层 36 具有以 90° 的角度 θ 彼此偏置的条形保护元件 38。

[0067] 如图 7A 所示,板装甲 110 包括朝装甲的外边缘向外扩散的径向断裂和同心断裂。因此,板装甲 110 具有严格限定的断裂区域,该断裂区域具有大体圆形外观并且已传播到装甲板的外边缘。

[0068] 相反,装甲板 10 示意了具有大体十字形外观的严格限定的断裂区域,该断裂区域被认为是由于两个刚性层 36 以 90° 的角度 θ 偏置而存在的。这里,与板装甲 110 的断裂区域相比,该断裂区域集中在十字形区域中,而该断裂区域在该十字形区域外侧的传播被最小化。

[0069] 此外,还认为由于侧向相邻的条形保护元件的存在,通过断裂条形保护元件 38 的侧向约束、即沿着 x 和 / 或 y 轴的约束,装甲板 10 提供了增强的弹丸能量吸收度。

[0070] 多个条形保护元件 38 中的至少一些条形保护元件 38 由一种或多种脆性材料形成,所述脆性材料诸如但不限于玻璃、陶瓷、玻璃陶瓷或包括这些材料中的一种或多种的聚

合物。

[0071] 在一些实施例中,条形保护元件 38 由玻璃陶瓷制成,该玻璃陶瓷的密度为 2.55 克每立方厘米并且有助于最小化装甲板 10 的重量。因此,玻璃陶瓷与许多其它常见材料相比具有较低的比重,其它常见材料诸如像氧化铝的技术陶瓷,其具有约 3.9 克每立方厘米的比重。

[0072] 此外,玻璃陶瓷具有大致等于零的热膨胀系数(CTE)。例如,许多玻璃陶瓷具有 0.03×10^{-7} 每摄氏度的 CTE,已经发现这有助于维持装甲板在这种板通常所暴露的环境中的寿命,并且能够如上所述用于对板施加环向预应力。

[0073] 本公开已经发现玻璃陶瓷的使用是尤其有成本效益的。更具体地,已经发现因为修整和切割以实现其预期用途所需的不连续形状,所以相当大量的目前制造的玻璃陶瓷由于光学缺陷而被丢弃。有利地,装甲板 10 作为不透明装甲装置并不需要光学透明性,使得由于光学缺陷而被丢弃的玻璃陶瓷能够被用于条形保护元件 38。类似地,因为修整和切割而被丢弃的多数玻璃陶瓷能够被用于条形保护元件 38。

[0074] 当装甲板 10 受到来自弹丸的突然冲击时,本公开认为在冲击区域中由这种材料形成的条形保护元件 38 以不希望受到任何特定理论的限制的若干种方式吸收弹丸的能量。

[0075] 首先,本公开认为冲击的应力导致至少在冲击区域的形成条形保护元件 38 的材料的可能高达 30% 至 40% 的塑性压缩。该压缩受到与被冲击的元件侧向相邻的条形保护元件 38 和封闭板 10 的外部约束层 30 的限制。认为该压缩有助于吸收一部分冲击能。

[0076] 本公开还认为冲击应力导致至少在冲击区域处的形成条形保护元件 38 的材料在短时期内分解,并且然后由于小时间域以及材料不能够物理移动以适应新的配方而以其原始形式重组。该压缩和重组被认为也有助于吸收一部分冲击能。

[0077] 此外,本公开认为冲击应力导致至少在冲击区域处的形成条形保护元件 38 的材料失效,从而粉碎成各个晶粒。本公开认为弹丸在粉末晶粒上产生的剪应力导致晶粒之间的粘度增加,这是膨胀性材料的特性。更具体地,认为当正确地受到相邻条形保护元件 38 和外部约束层 30 约束时,各个晶粒在弹丸附近的高剪切区域膨胀并最终锁定在一起。一旦冲击事件完成,且高剪切区域不再存在,则晶粒恢复到较低粘度的可流动状态。

[0078] 本公开已经确定,装甲板 10 在防弹事件的前几微秒期间呈现高刚度是有利的。由于膨胀性材料响应或具有塑性变形地响应是期望的,所以具有条形保护元件 38 的装甲板 10 至少部分地像弹簧一样表现。

[0079] 因此,装甲板 10 构造成在防弹事件的前几微秒期间像弹簧一样表现,其中至少一些材料被粉碎、压缩并且膨胀性地弹回,并且由在该点处与厚度成系数关系的硬度限定的力抵抗将是有利,而厚度还通过由于这种断裂张力失效且释放压缩力而在底侧上不会很早失效而构建成是有利的。

[0080] 本发明已经发现,只要约束充分,代替现有技术的板地使用条形保护元件 38 对更大的柱形截面产生极大的优势。此外,本发明已发现,代替现有技术的圆柱地使用条形保护元件 38 与约束层 30 结合提供优于现有技术系统的增强的约束。

[0081] 当射来圆形物碰撞装甲板 10 时,动态事件开始,且巨大的压缩力施加在第一刚性冲击吸收层 36-1 上。在防弹事件的前几微秒期间,第一刚性冲击吸收层 36-1 由第二刚性

冲击吸收层 36-2 坚硬地加固,并且在该前几微秒期间,第一刚性冲击吸收层的材料将物理压缩,变成粉末或仅压缩,并且然后与该组合硬度成比例地膨胀性地回弹。

[0082] 如果射来圆形物的能量超过第一刚性冲击吸收层 36-1 制止弹丸的能力,则弹丸的一些元件将穿透第一刚性冲击吸收层 36-1 并且冲击第二刚性冲击吸收层 36-2。在该第二时间域中,将在力和杀伤力大大减小的情况下重复上述过程。

[0083] 有利地,认为与外部约束层 30 结合地使用条形保护元件 38 增加装甲板 10 限制由冲击形成的晶粒的能力,并且因此最大化膨胀性特性。认为粉碎的条形保护元件 38 的膨胀性特性的最大化有助于吸收其它部分的冲击能。

[0084] 应当认识到,条形保护元件 38 在上文中以示例方式被公开为由玻璃陶瓷形成。但是,本发明设想条形保护元件 38 由任何轻质材料、即具有约 3 克每立方厘米或更小密度的材料形成,该材料在冲击时膨胀性地起作用。例如,本发明设想条形保护元件 38 由硬化化合物例如树脂或环氧树脂制成,该树脂或环氧树脂填充有多个具有一定尺寸和分布的增强颗粒,诸如在尺寸上三元分布的增强颗粒,使得化合物中颗粒的含量为 60% 或更多,并且增强颗粒在冲击时膨胀性地起作用。

[0085] 装甲板 10 包括在条形保护元件 38 之间的一个或多个粘结层 40,所述粘结层 40 将条形保护元件彼此粘合。本公开认为,在一些实施例中,粘结层 40 能够有助于对条形保护元件 38 在冲击区域中形成的膨胀性粉末的流动提供增加的侧向阻力和约束。

[0086] 粘结层 40 能够是非常薄的粘结夹层,通常约为 0.025 英寸,并且设想到层薄至 0.005 英寸。当然,粘结层 40 能够具有任何期望的厚度。

[0087] 优选地,条形保护元件 38 的材料和粘结层 40 的材料被选择成使得保护元件与粘结层相比具有较低的热膨胀系数(CTE)。这样,条形保护元件 38 能够由粘结层 40 保持在压缩中。这里,保护元件 38 和粘结层 40 能够在高于室温的温度下装配在一起。升高的温度与具有比壁粘结层 40 低的 CTE 的保护元件 38 组合导致粘结层比保护元件膨胀更多。在使组件恢复到室温时,粘结层 40 将比保护元件 38 收缩更多,这将意味着保护元件处于预压缩状态,并且粘结层受到张力作用。这样,即使发生保护元件 38 的断裂,也将裂缝保持并且紧密地粘合在一起。

[0088] 此外,本公开还设想条形保护元件 38 通过其它方式处于预压缩状态,所述其它方式诸如但不限于在彼此组装之前对条形保护元件进行物理钢化或化学钢化。

[0089] 因而,本公开已经发现,具有外部约束层 30 和条形保护元件 38 的装甲板 10 提供一种这样的能量吸收系统,该能量吸收系统与先前可能使用的板状装甲相比以更轻的重量和更小的横截面尺寸来抵挡非常严重威胁。

[0090] 当装甲板 10 包括多于一个刚性冲击吸收层 36 诸如层 36-1 和 36-2 时,射来弹丸开始在第一层 36-1 上施加巨大的压缩力,在冲击事件的前几微秒期间,该第一层 36-1 由第二层 36-2 坚硬地加固,并且在该时段期间,第一层的材料塑性压缩成粉末,并然后与该硬度成比例地膨胀性地回弹。失效之后,弹丸将冲击第二层 36-2,并且在该第二时间域中,该过程以大大减小的力和杀伤力重复。

[0091] 回到图 2 至 6,装甲板 10 能够包括一个或多个层,诸如除了一个或多个刚性冲击吸收层 36 之外的板形层 42、46、48,如本文以下讨论的。

[0092] 装甲板 10 能够包括通过适当的粘合剂 44 固定到第一刚性冲击吸收层 36-1 的第

一冲击板 42, 所述粘合剂 44 诸如但不限于热塑性聚氨酯弹性体(TPU)。第一冲击板 42 能够由任何期望材料形成, 诸如但不限于金属、聚合物、玻璃、玻璃陶瓷、浸渍有这些材料中的一种或多种的聚合物或它们的任意组合。在优选实施例中, 第一冲击板 42 由聚碳酸酯制成。

[0093] 在具有多个刚性冲击吸收层 36 的实施例中, 各层能够直接固定到彼此或能够具有一个或多个中间板 46。在所示实施例中, 装甲板包括两个中间板 46, 该两个中间板 46 通过合适的粘合剂 44 而彼此粘合并且粘合到第一层 36-1 和第二层 36-2, 所述粘合剂 44 能够是上文讨论的 TPU。

[0094] 中间板 46 能够由任何所需材料形成, 诸如但不限于金属、聚合物、木材、玻璃、诸如氧化铝的陶瓷、二硼化钛、碳化硅、氮化硅、碳化硼、石膏、玻璃陶瓷、芳族聚酰胺增强聚合物、超高分子量聚乙烯增强聚合物、浸渍有这些材料中的一种或多种的聚合物或它们的任意组合。在优选实施例中, 中间板 46 由聚碳酸酯制成。

[0095] 装甲板 10 还能够包括在最底部刚性冲击吸收层 36 和外部约束层 30 之间的一个或多个底板 48 (仅示出一个)。底板 48 通过适当的粘合剂 44 而粘合到第二层 36-2, 所述粘合剂 44 能够是上文讨论的 TPU。

[0096] 底板 48 可由任何所需材料形成, 诸如但不限于金属、聚合物、木材、玻璃、陶瓷、防弹纤维、玻璃纤维、玻璃陶瓷、芳族聚酰胺增强聚合物、超高分子量聚乙烯增强聚合物、浸渍有这些材料中的一种或多种的聚合物或它们的组合。在一优选实施例中, 底板 48 由聚碳酸酯制成。

[0097] 应当认识到, 上文作为示例地描述了当存在时, 装甲板 10 包括由相同材料形成的冲击板 42、中间板 46 和底板 48。当然, 本公开设想板 42、46 和 48 由相同或不同的材料形成。类似地, 上文作为示例地描述了装甲板 10 使用相同粘合剂 44 来粘接板 42、46、48 和层 36-1、36-2。当然, 本发明设想在装甲板 10 内不同位置处的粘合剂 44 由相同或不同材料的形成。

[0098] 有利地, 装甲板 10 能够被构造成使得其是可逆的, 即使得装甲板的任一侧能够被用作冲击面 24。或者, 装甲板 10 能够被构造成使得其具有单个使用方向, 即使得装甲板的仅一侧能够被用作冲击面 24。

[0099] 在装甲板 10 包括背衬板 32 的实施例中, 该背衬板优选地在防弹时间的时间帧内通过抵抗动态压缩和局部弯曲而有助于限制膨胀性粉末, 且该背衬板是轻质的。在该优选实施例中, 该板是高强度、轻质芳族聚酰胺纤维增强聚合物或超高分子量聚乙烯增强聚合物。

[0100] 已观察到, 背衬板 32 在与本发明的装甲板 10 一起使用时, 受限制的膨胀性粉末而非弹丸加载。例如, 已观察到, 由弹丸形成的空腔的直径是弹丸直径的约 2 至 3 倍, 其包含粉末。认为膨胀性粉末的该冲击区域扩散载荷并且降低背衬板 32 上的剪切失效的几率, 从而允许背衬板在能量吸收方面比现有技术装甲板更有效。

[0101] 背衬板 32 能够由足以吸收由受限制膨胀性粉末施加的载荷的任何所需材料形成。例如, 背衬板 32 能够由钛、铝、或钢、或它们的任何合金、芳族聚酰胺增强聚合物或超高分子量聚乙烯增强聚合物形成。

[0102] 尽管铝或铝合金不如钛或钢坚固, 但是由于它们的密度低, 所以对于相同的面积密度, 它们能够比钢厚几乎 3 倍, 并且比钛厚 1.7 倍, 并且它们能够在失效之前呈现优越的

伸长。考虑抵抗局部弯曲的效果和后面约束的有效性,在一些实施例中背衬板 32 由铝或铝合金形成。

[0103] 本公开已经确定,当用作背衬板 32 时,铝和铝合金会易于碎裂,即有碎片断落。因此,在背衬板 32 由铝和 / 或铝合金制成的实施例中,背衬板还包括粘合到铝的传统纤维增强塑料制成的碎片衬里(未示出),以捕获任何现有的碎片。

[0104] 在其它实施例中,能够通过将诸如但不限于聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)的脆性聚合物板和用作碎片捕获件的相对薄的板组合而形成背衬板 32。该薄板能够由钢、诸如凯芙拉尔(Kevlar)、迪尼玛(Dyneema)、S2 玻璃纤维的纤维增强塑料复合物或者甚至聚碳酸酯薄层形成。

[0105] 现参见图 8,示出相互关联以保护大的表面的多个装甲板 10。能够以任何期望方式相对于彼此地布置装甲板 10。例如,多个装甲板 10 能够被布置成使得各个板相对于相邻板绕 z 轴旋转 90 度。这样,第一层 36-1 和第二层 36-2 的方向相对于彼此交替。

[0106] 图 9 至 11 中示出根据本公开的装甲板 10 的替代示例性实施例。在该实施例中,装甲板 10 包括在外部约束层 30 内的单个刚性冲击吸收层 36,其中该刚性冲击吸收层包括条形保护元件 38 和以上述方式置于其间的粘结层 40。

[0107] 装甲板 10 还包括通过合适的粘合剂 44 而固定到刚性冲击吸收层 36 的第一冲击板 42,所述合适的粘合剂 44 诸如但不限于热塑性聚氨酯(TPU)。第一冲击板 42 能够由任何期望材料形成,诸如但不限于金属、聚合物、木材、芳族聚酰胺增强聚合物、超高分子量聚乙烯增强聚合物、陶瓷、玻璃、玻璃陶瓷、浸渍有这些材料中的一种或多种的聚合物或其任意组合。在优选实施例中,第一冲击板 42 由聚碳酸酯制成。

[0108] 装甲板 10 包括一个或多个中间板 46(示出两个),该一个或多个中间板 46 通过合适的粘合剂 44 诸如热塑性聚氨酯(TPU)而彼此粘合并粘合到刚性层 36。装甲板 10 还能够包括一个或多个底板 48(仅示出一个)。中间板 46 和底板 48 能够由任何期望材料形成,诸如但不限于金属、聚合物、木材、芳族聚酰胺增强聚合物、超高分子量聚乙烯增强聚合物、陶瓷、玻璃、玻璃陶瓷、浸渍有这些材料中的一种或多种的聚合物或其任意组合。在优选实施例中,中间板 46 和底板 48 均由聚碳酸酯制成。

[0109] 装甲板 10 还包括被定位在底板 48 与中间板 46 之间的代替上述第二层 36-2 的一个或多个脆性板 50。脆性板 50 优选地由玻璃陶瓷制成,但可以是陶瓷、玻璃、PMMA,并且通过合适的粘合剂 44 诸如 TPU 彼此粘合并粘合到底板 48 和最底部的中间板 46。

[0110] 在一些实施例中,装甲板 10 包括通过粘结层 34 而粘结到该装甲板的单独的背衬板 32。在其它实施例中,装甲板 10 能够粘结或以其它方式直接固定到所保护的物件和 / 或人员。粘结层 34 能够是例如环氧树脂、多硫化物、丁基粘合剂、或其它合适的粘合剂的层。

[0111] 再一次,装甲板 10 通过在外约束层 30 内使用条形保护元件 38 而与现有技术装甲板相比提供增强的能量吸收。

[0112] 图 12 至 15 中示出根据本发明的装甲板 10 的另一替代示例性实施例,其中该装甲板 10 包括在外约束层 30 内的单个刚性冲击吸收层 36。再一次,刚性冲击吸收层 36 包括条形保护元件 38 和以上文公开的方式置于其间的粘结层 40。

[0113] 装甲板 10 还包括:通过合适的粘合剂 44 固定到刚性冲击吸收层 36 的第一冲击板 42;和通过合适的粘合剂 44 粘合到刚性层 36 的一个或多个中间板 46(示出一个)。

[0114] 在该实施例中,代替上述的底板 48 和第二层 36-2,装甲板 10 包括一个或多个脆性板 50。优选地,脆性板 50 由 PMMA 制成并通过合适的粘合剂 44 粘合到最底部的中间板 46。装甲板 10 还能够包括通过粘结层 34 粘结到该装甲板的单独的背衬板 32。在其它实施例中,装甲板 10 能够粘结或以其它方式直接固定到所保护的物件和 / 或人员。

[0115] 再一次,装甲板 10 通过在外部约束层 30 内使用条形保护元件 38 而与现有技术装甲板相比提供增强的能量吸收。

[0116] 参照图 16 至 25,示出了根据本发明的装甲板 10 的其它替代实例实施例。

[0117] 在图 16 中,装甲板 10 与图 2 至 6 所示的实施例大致相同。但是,在该实施例中,与第一层 36-1 的高度相比,第二层 36-2 沿 z 轴具有不同的高度。

[0118] 现参照图 17,示出了根据本发明的装甲板 10 的另一示例性实施例。这里,装甲板 10 与图 2 至 6 所示的实施例大致相同。然而,在该实施例中,第一层 36-1 在该层内具有沿 z 轴的高度不同的条形保护元件 38。具体地,第一层 36-1 包括比第二条形保护元件 38-2 短的第一条形保护元件 38-1。

[0119] 在该实施例中,外部约束层(未示出)被包裹成符合在第一条形保护元件 38-1 的上表面 56 上方和侧边缘 58 之间限定的区域 54。这样,外部约束层限制保护元件 38-1、38-1。

[0120] 在其它实施例中,设想第一冲击板(未示出)的下表面被固定到第二条形保护元件 38-2 的上表面 52,以在第一条形保护元件 38-1 的上表面 56 与第一冲击板的下表面之间限定区域 54。这里,区域 54 填充有与第二条形保护元件 38-2 相比具有更高或更低的密度的任何期望材料。

[0121] 例如,区域 54 能够填充有诸如但不限于玻璃、陶瓷、树脂化合物、环氧化合物或它们的任意组合的材料。在一些实施例中,树脂化合物或环氧化合物能够填充有诸如但不限于玻璃、陶瓷或它们的任意组合的材料。

[0122] 在参照图 17 描述的两个实施例中,被层 30 填充或限制的区域 54 在第一条形保护元件 38-1 处与在第二条形保护元件 38-2 处相对射来弹丸呈现不同密度。认为装甲板 10 的不同密度区域导致射来弹丸断裂、翻转、倾斜或以其它方式变得不那么有效,这允许利用随后的刚性冲击吸收层 36 更有效地处理弹丸。

[0123] 参照图 18 和 19,示出装甲板 10 具有定位在条形保护元件 38 之间的层间条 60。优选地,层间条 60 以上述方式通过粘结层(未示出)粘合到每个条形保护元件 38。

[0124] 层间条 60 能够由具有与条形保护元件 38 不同的密度的材料形成。再一次,认为装甲板 10 的不同密度区域导致射来弹丸断裂、翻转、倾斜或以其它方式变得不那么有效,这允许利用随后的刚性冲击吸收层 36 更有效地处理弹丸。

[0125] 层间条 60 能够由任何期望材料形成,诸如但不限于钢、二硼化钛(TiB₂)、热塑性聚氨酯(TPU)、聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA),所述聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)能够以多种商品名,包括但不限于 PLEXIGLAS 和 LUCITE 和其它购得。

[0126] 在一些实施例中,层间条 60 由硬化化合物诸如树脂或环氧树脂制成,所述硬化化合物填充有多个具有一定尺寸和分布的增强颗粒,诸如在尺寸上以三元分布的增强颗粒,使得化合物中颗粒的含量为 60% 或更多,并且增强颗粒在冲击时膨胀性地起作用。

[0127] 在其它实施例中,层间条 60 由延性材料形成。本文使用的术语延性材料应当是指具有大于约 1%,优选地大于约 3%,最优选地大于约 5% 的伸长率的材料。

[0128] 例如,本公开设想层间条 60 由 PMMA 形成并具有约 5% 的伸长率。PMMA 还是密度约 1.150 至约 1.190g/cm³ 的大体轻质材料,这有助于最轻量化装甲板 10 的重量。此外,本发明设想层间条 60 由 TPU 形成并具有约 100% 或更大的伸长率。

[0129] 在另外的实施例中,层间条 60 能够粘合到条形保护元件 38,使得条形保护元件处于预压缩状态。例如,层间条 60 能够被选择成具有比条形保护元件 38 高的 CTE,且装甲板 10 能够在升高温度下形成,使得在冷却至环境温度时,层间条使条形保护元件处于预压缩状态。

[0130] 现参照图 20,示出装甲板 10 具有这样的条形保护元件 38,该条形保护元件 38 沿 x 轴或沿 y 轴的长度小于该板延该轴线的总体长度。认为具有这样的缩短的条形保护元件 38 的装甲板 10 进一步最小化径向和同心断裂机理的影响,从而增强对粉碎的和膨胀性粉末的限制。

[0131] 此外,认为当由玻璃陶瓷制成时,使用这种缩短的条 38 是尤其有成本效益。这里,缩短的条 38 利用了由于光学缺陷或因为修整和切割否则会被丢弃的玻璃陶瓷。

[0132] 在图 21 中,示出装甲板 10 具有沿一个或多个方向绕 z 轴弯曲或弯转的条形保护元件 38。

[0133] 现参照图 22 至图 25,示出装甲板 10 具有绕 z 轴和 / 或 y 轴弯曲的条形保护元件 38。这里,装甲板 10 被固定到交通工具 12 的第一部分 14 (图 1),其中该第一部分包括曲率。装甲板 10 的这些实施例中的任何板诸如板 48 在粘结到刚性冲击吸收层 36 之前会加工或模制成部分 14 的期望表面曲率。

[0134] 在图 22 和图 23 的实施例中,条形保护元件 38 在彼此粘结之前或之后沿其后表面 62 被切割或加工,以提供匹配板 48 的曲率的表面曲率。

[0135] 在图 24 和图 25 的实施例中,条形保护元件 38 沿其后表面 62 彼此偏离,以提供匹配板 48 的曲率的曲率。

[0136] 还应当指出,术语“第一”、“第二”、“第三”、“上部”、“下部”等在本文中可用于修改各种构件。除非特别说明,这些修改并不暗示所修改构件的空间、顺序或层次次序。

[0137] 虽然已经参考一个或多个示例性实施例描述了本公开,但本领域的技术人员应理解,可在不脱离本公开的范围的情况下进行各种变化且可用等同物替换其元件。此外,对本公开的教导,可进行很多变型来适应特定的状况或材料而不脱离本公开的范围。因此,本发明并不旨在限于作为设想的最佳模式公开的特定实施例,但本发明将包括落入所附权利要求书范围内的所有实施例。

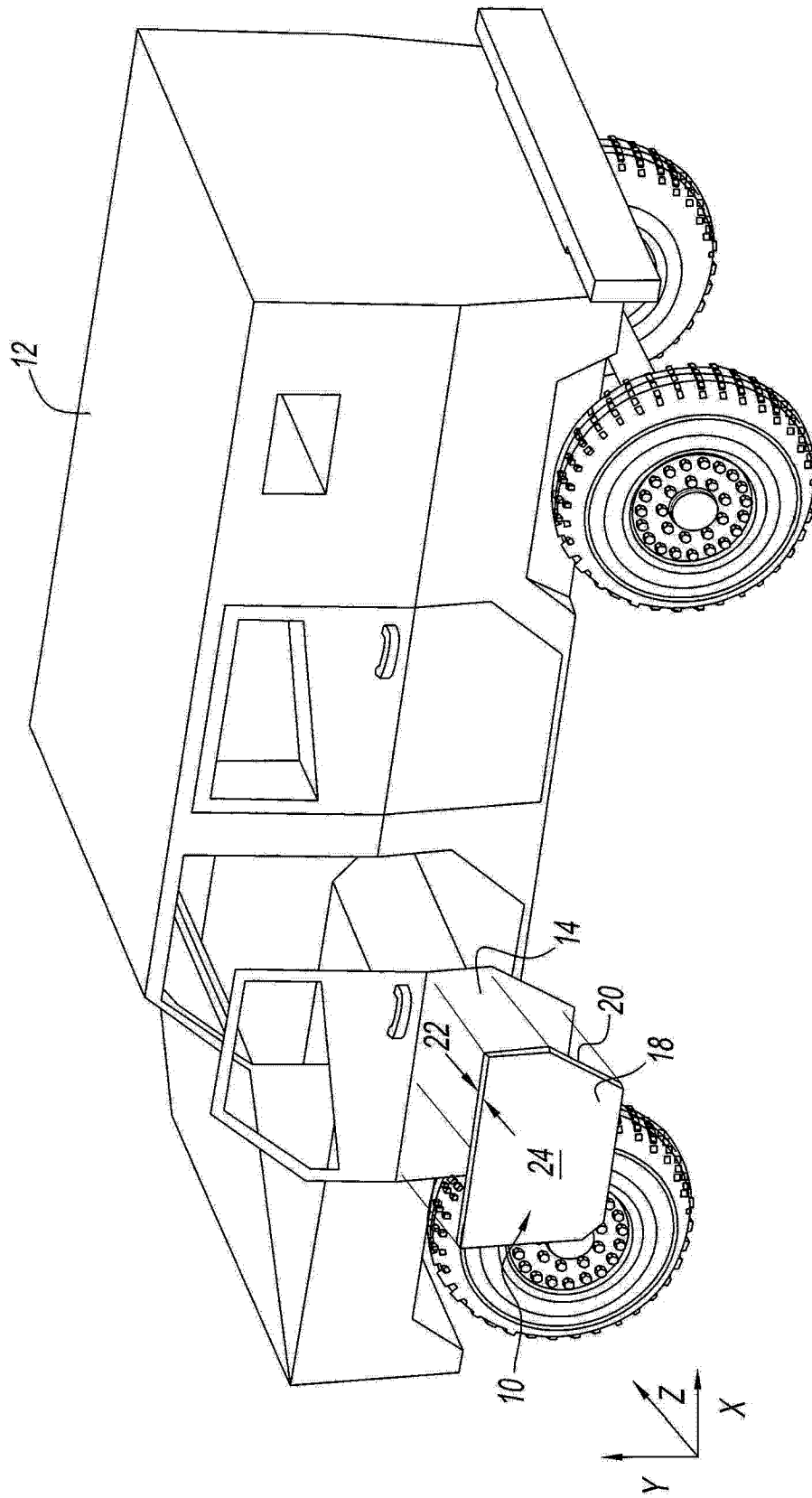


图 1

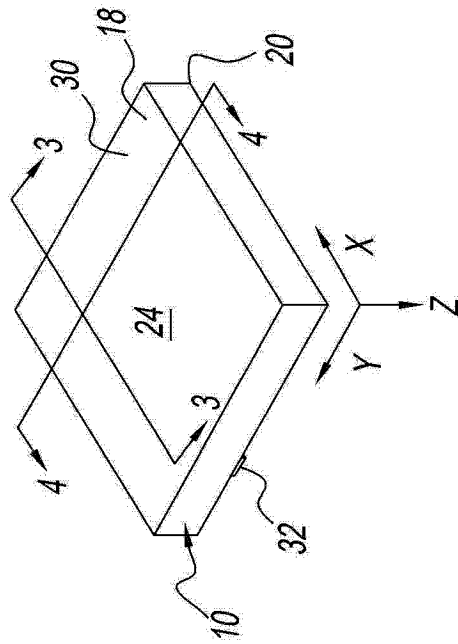


图 2

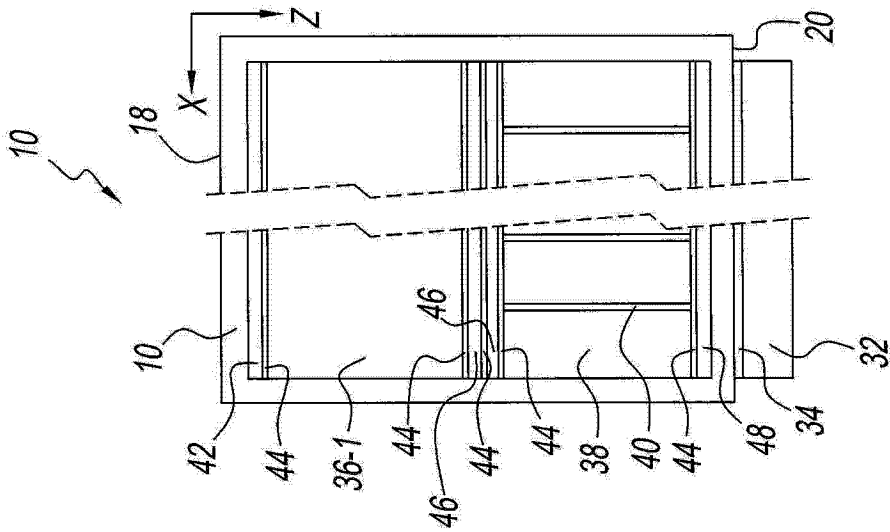


图 3

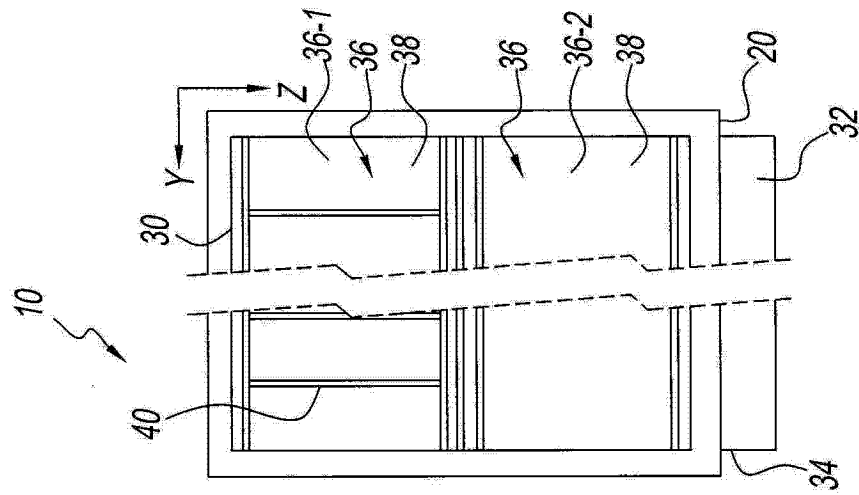


图 4

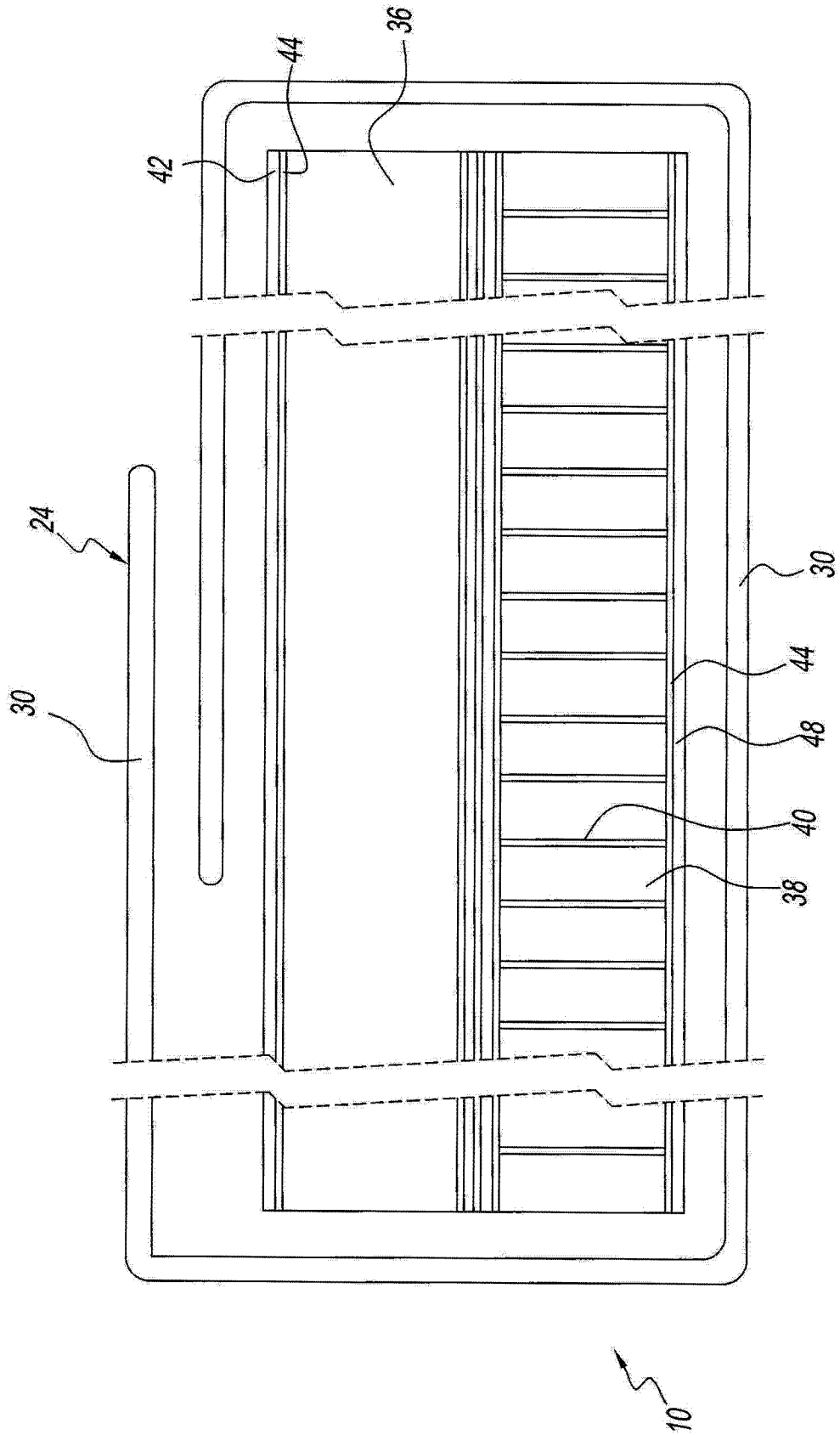


图 3A

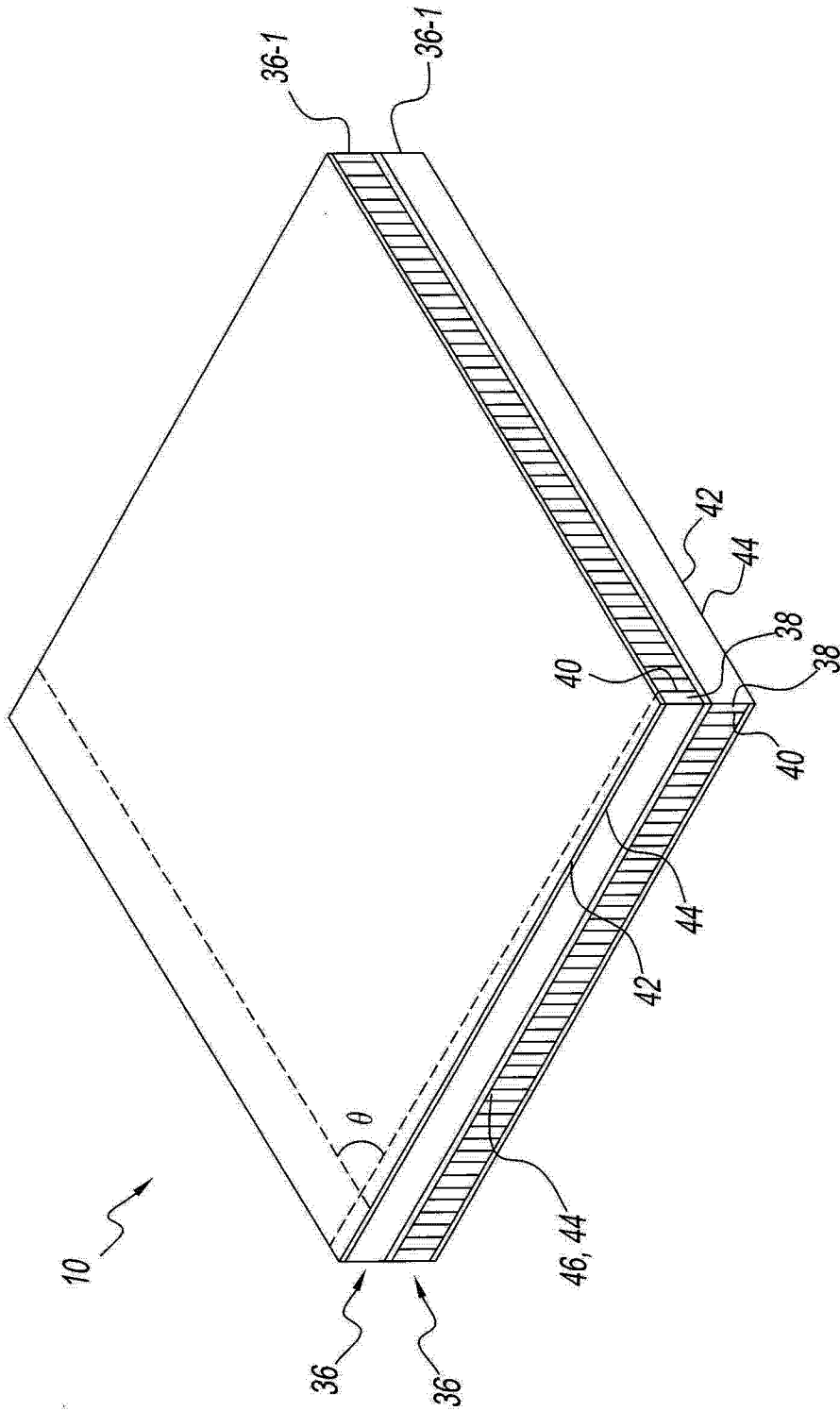


图 5

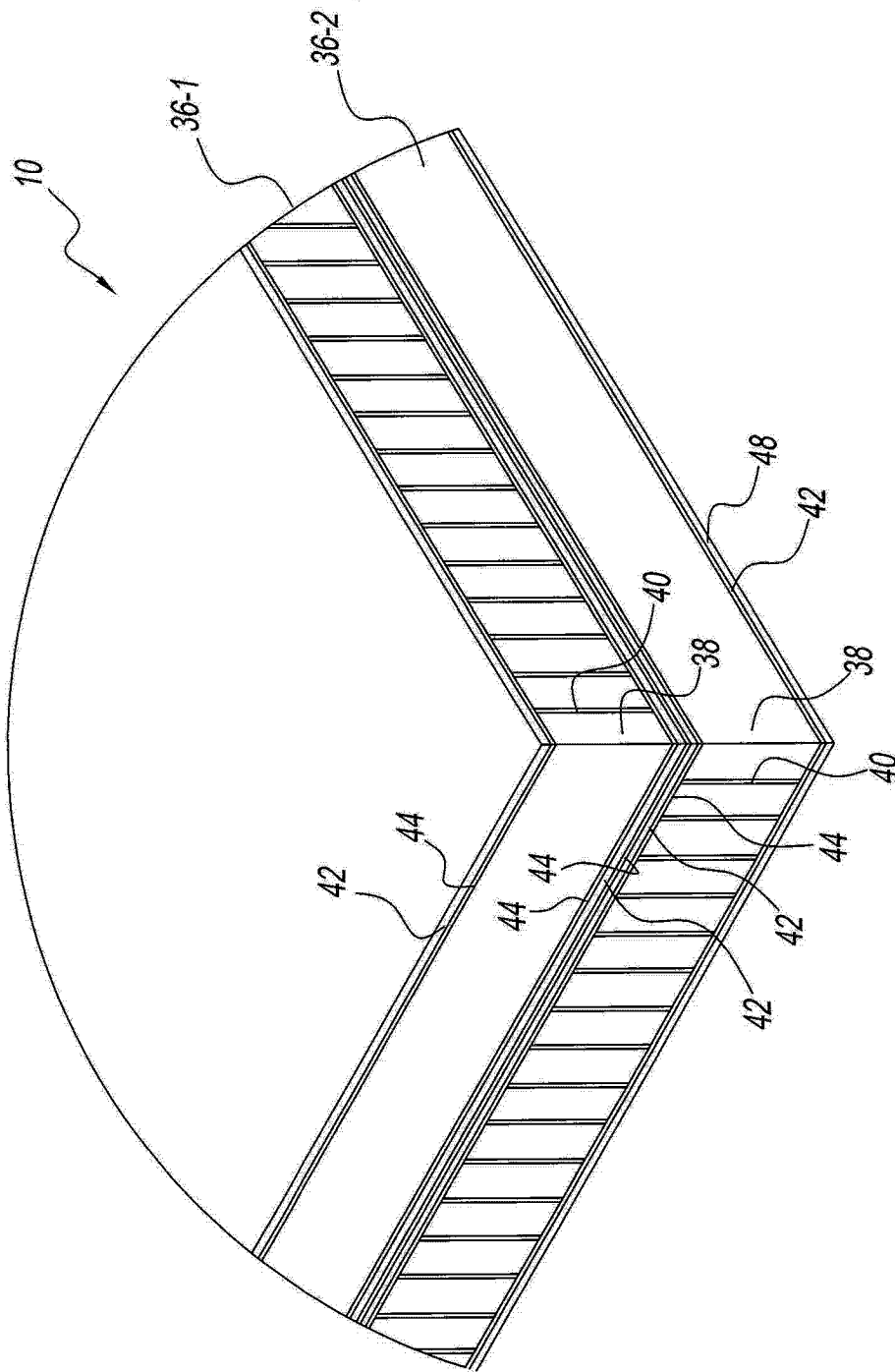


图 6

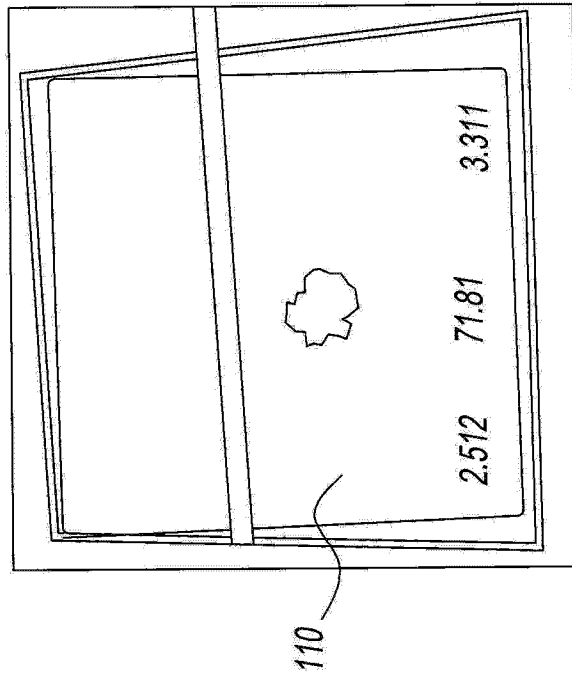


图 7A

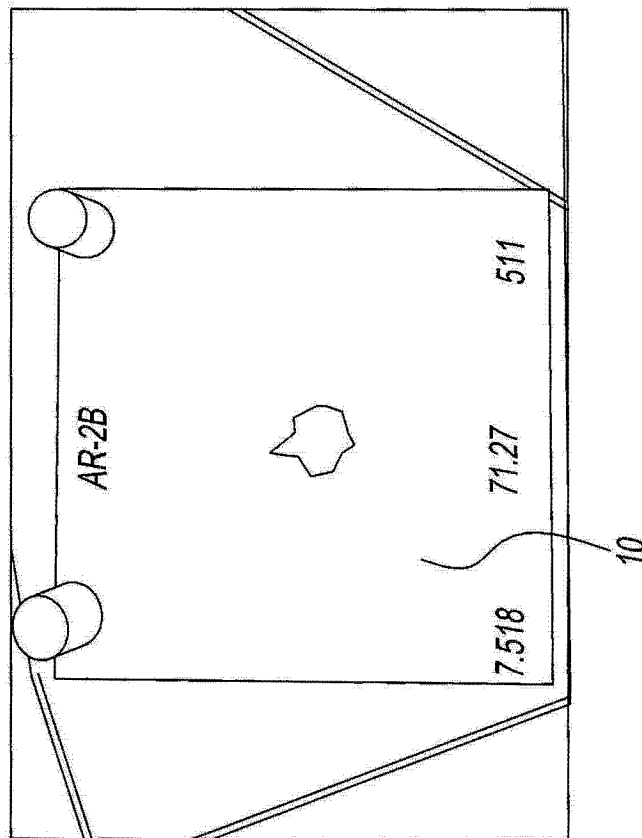


图 7B

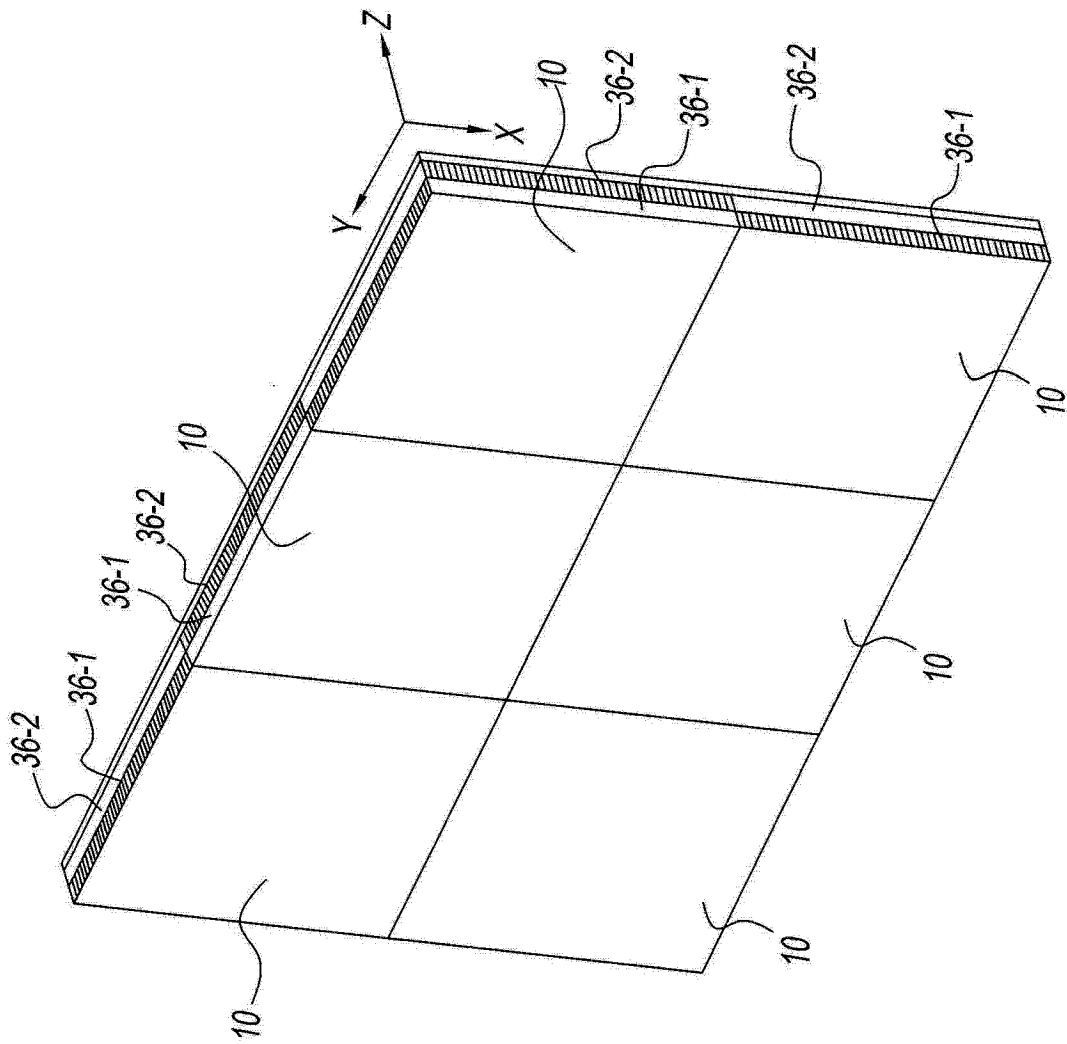


图 8

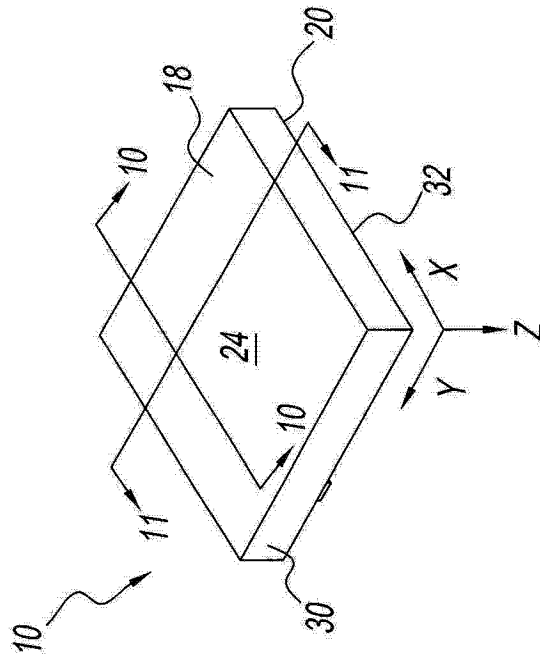


图 9

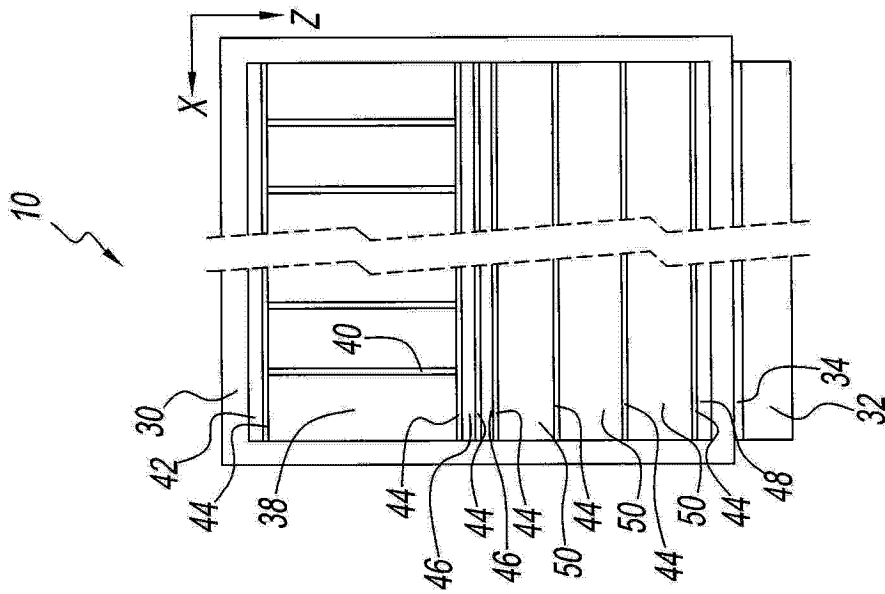


图 10

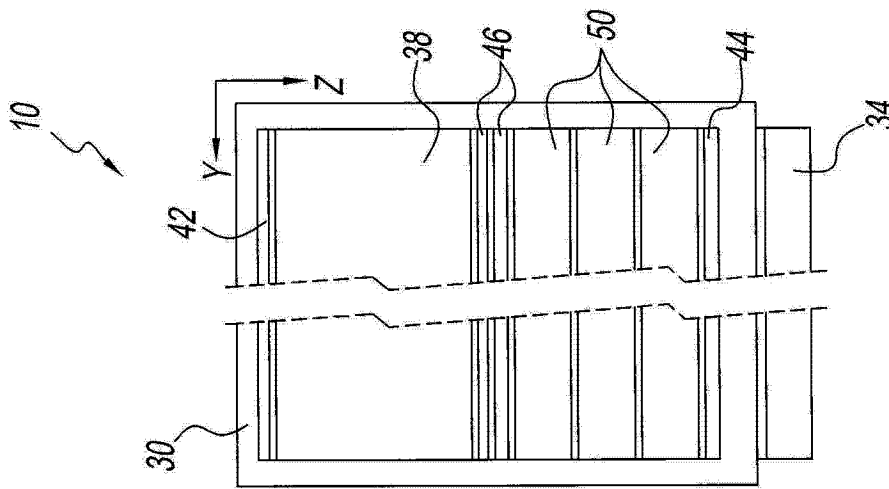


图 11

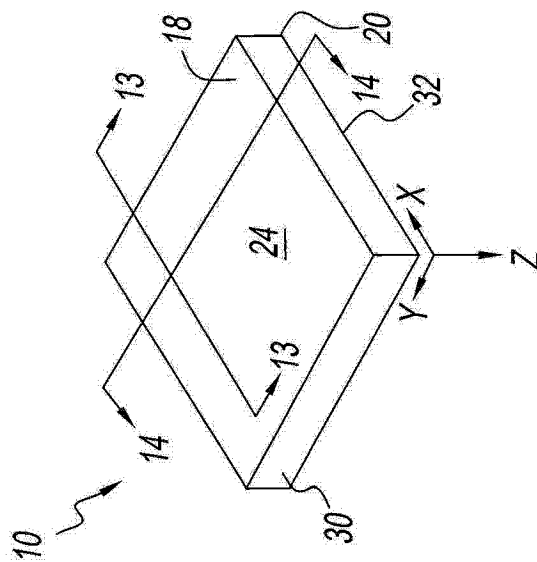


图 12

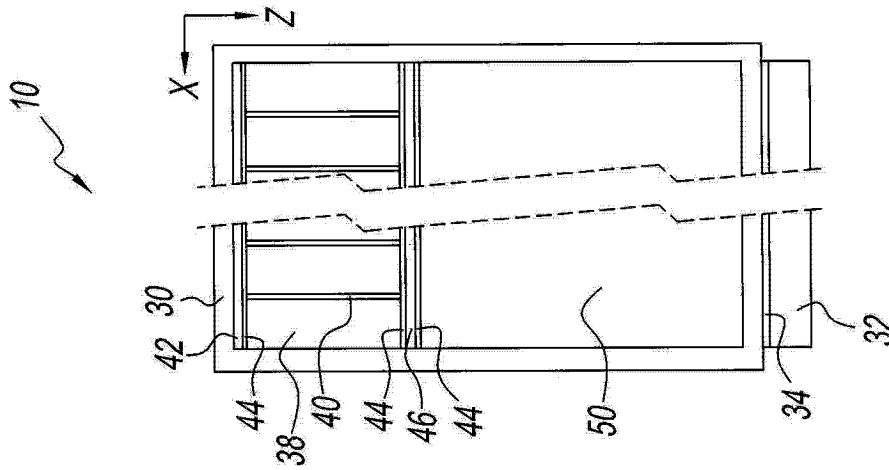


图 13

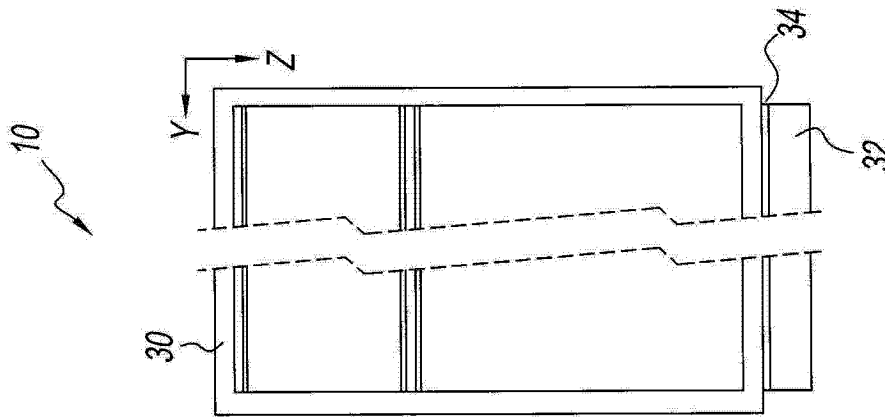


图 14

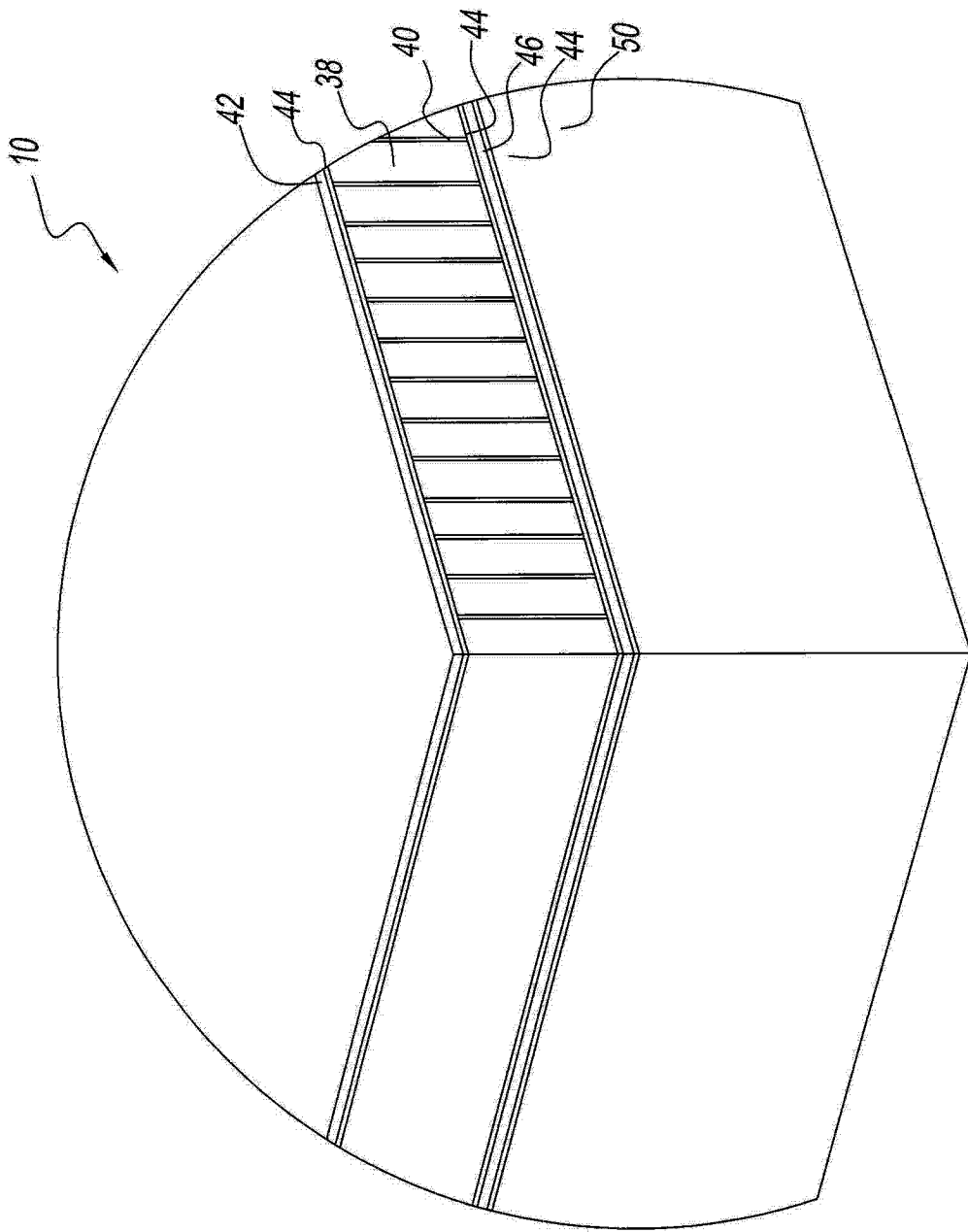


图 15

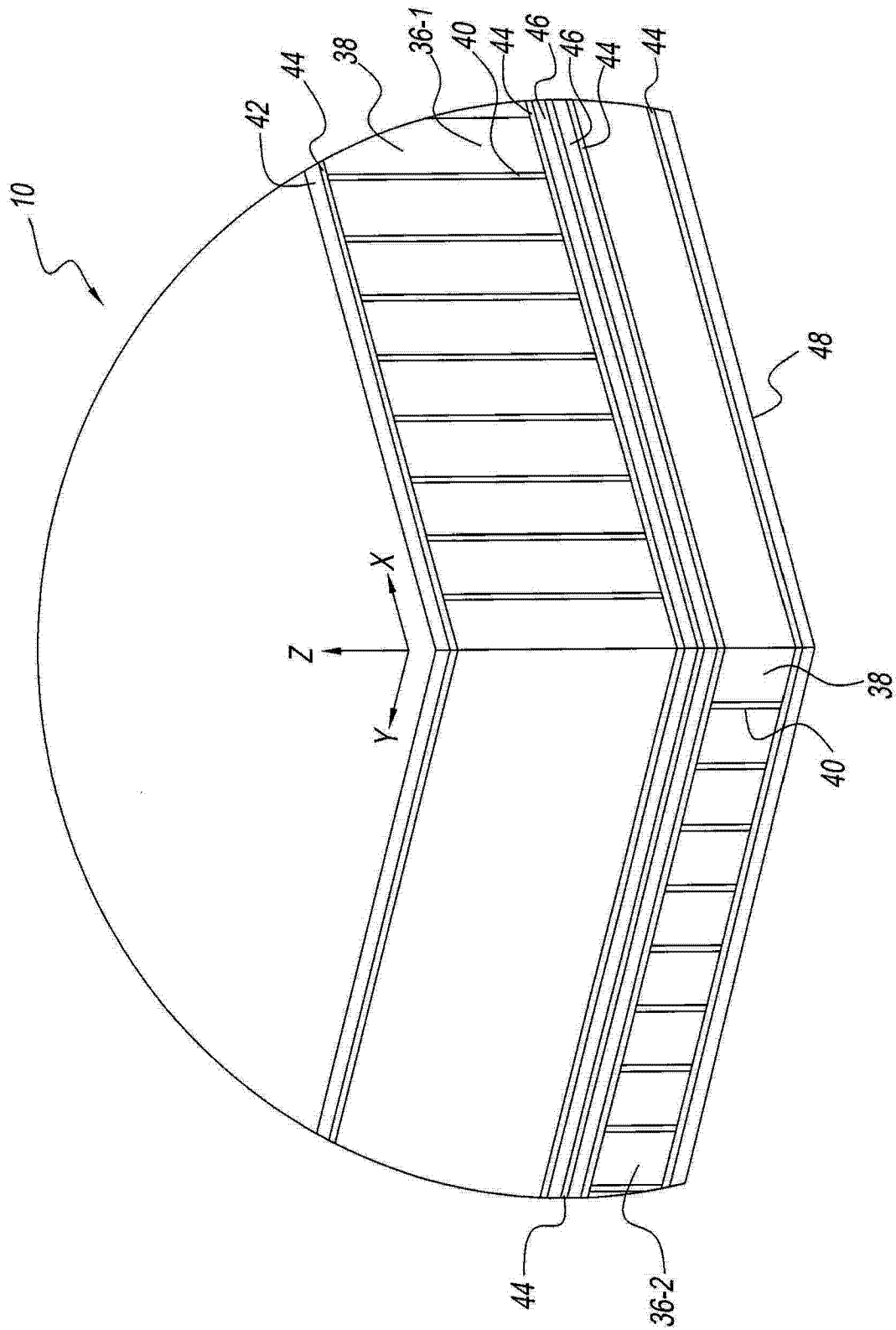


图 16

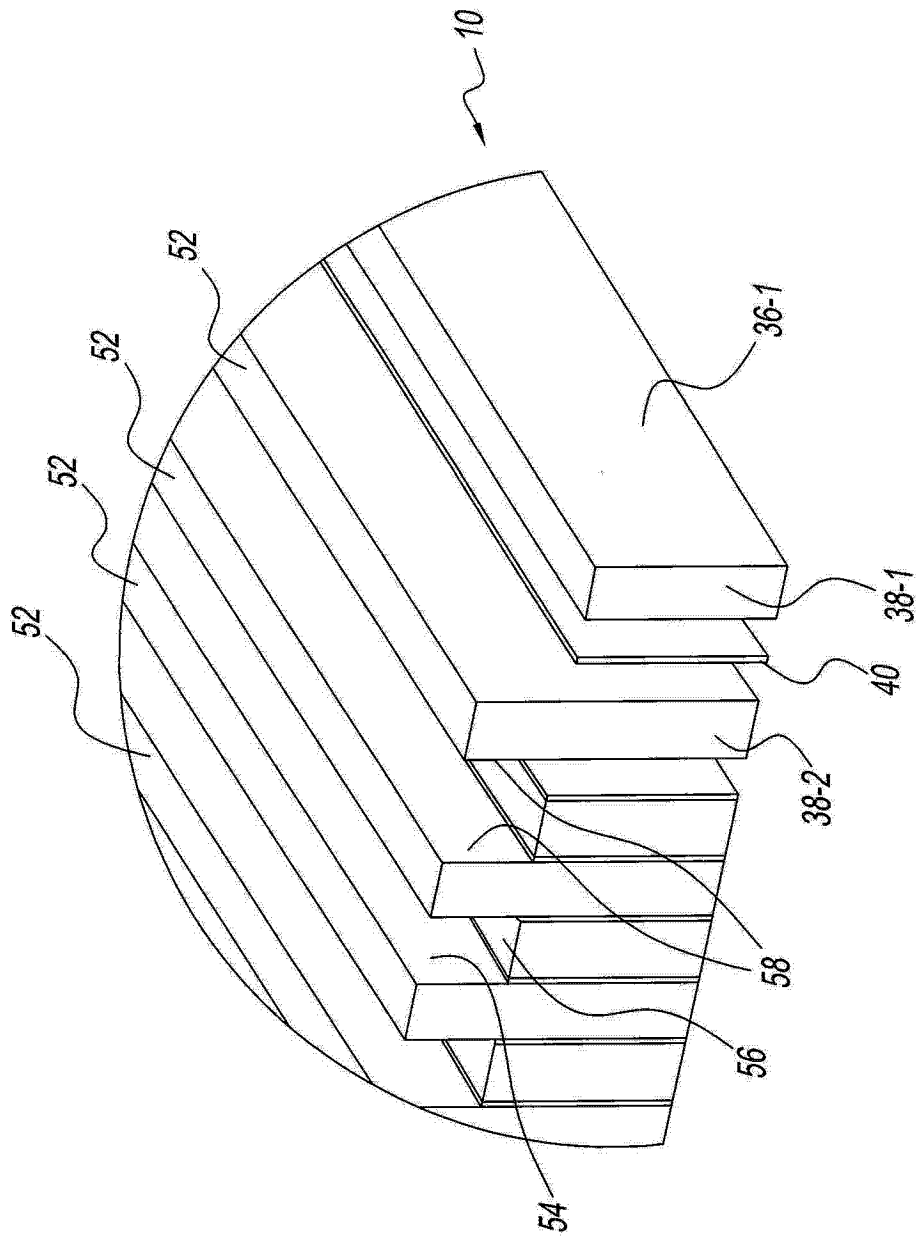


图 17

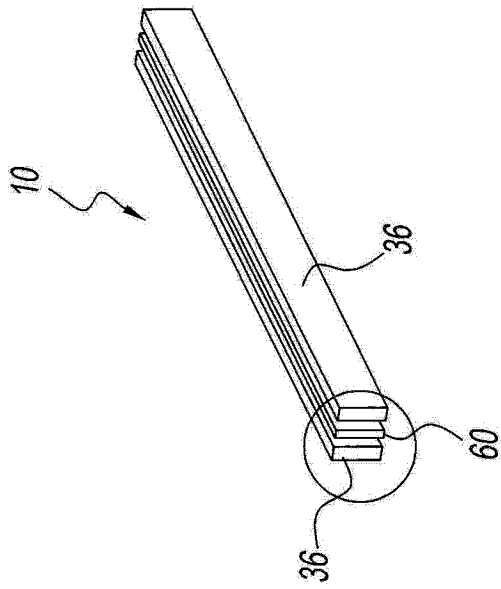


图 18

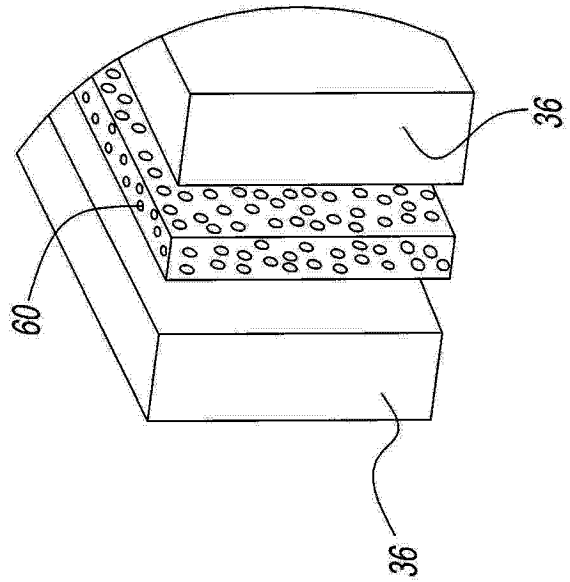


图 19

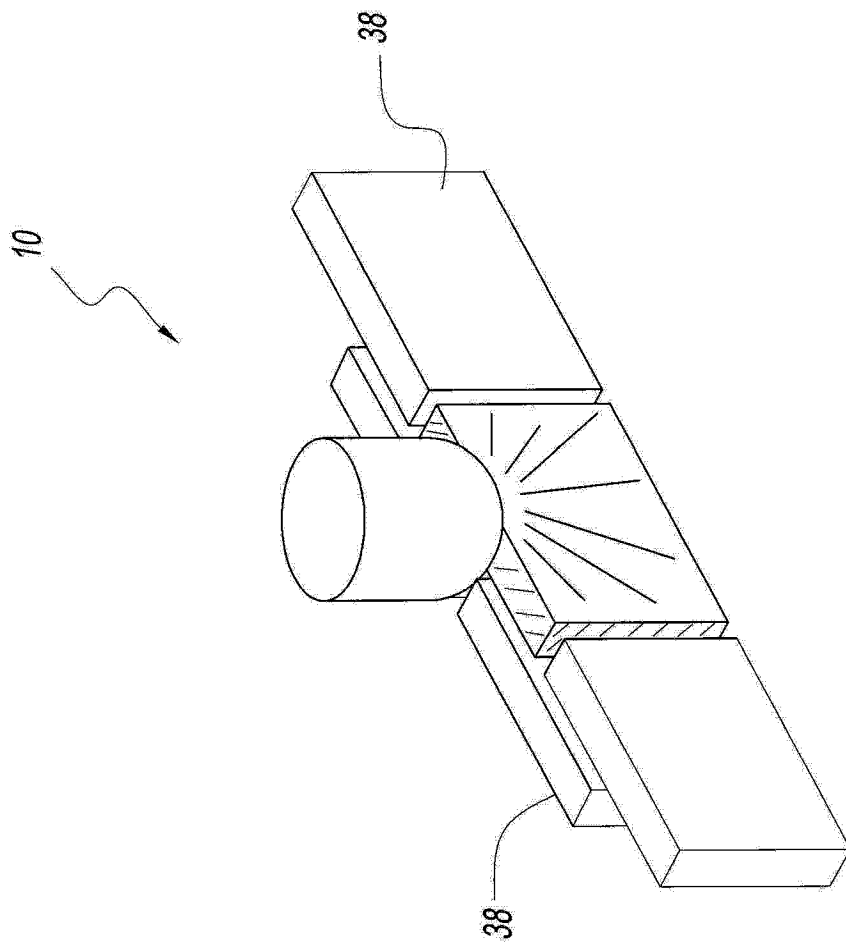


图 20

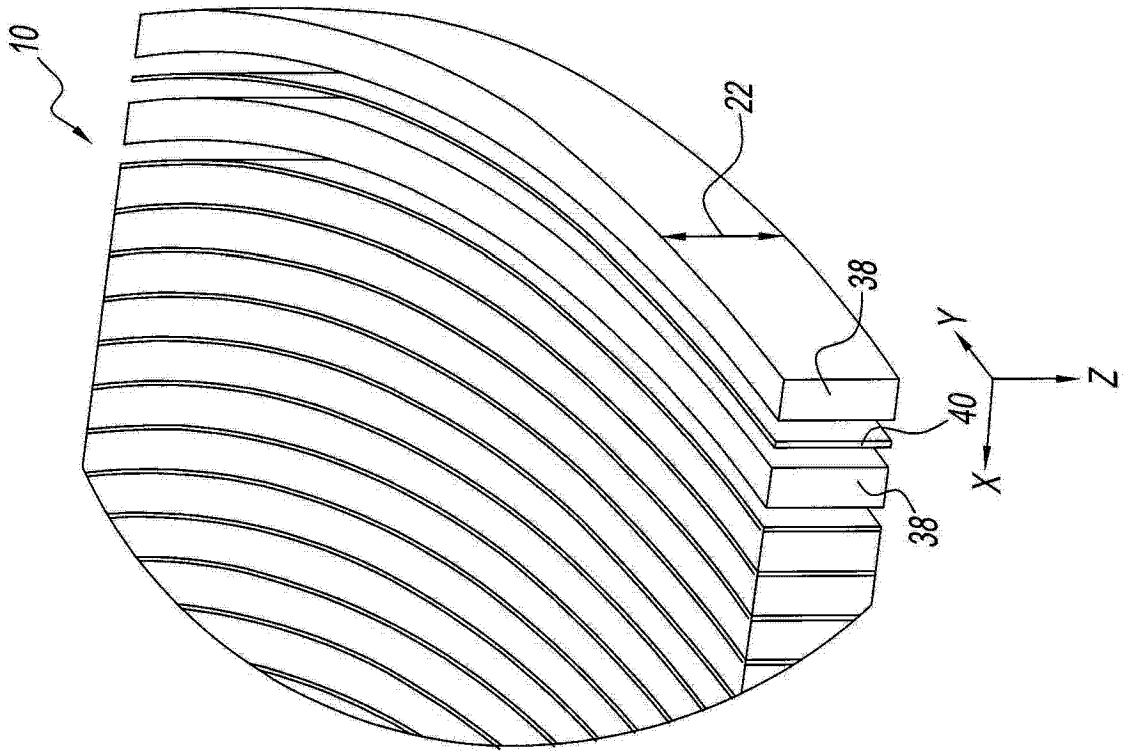


图 21

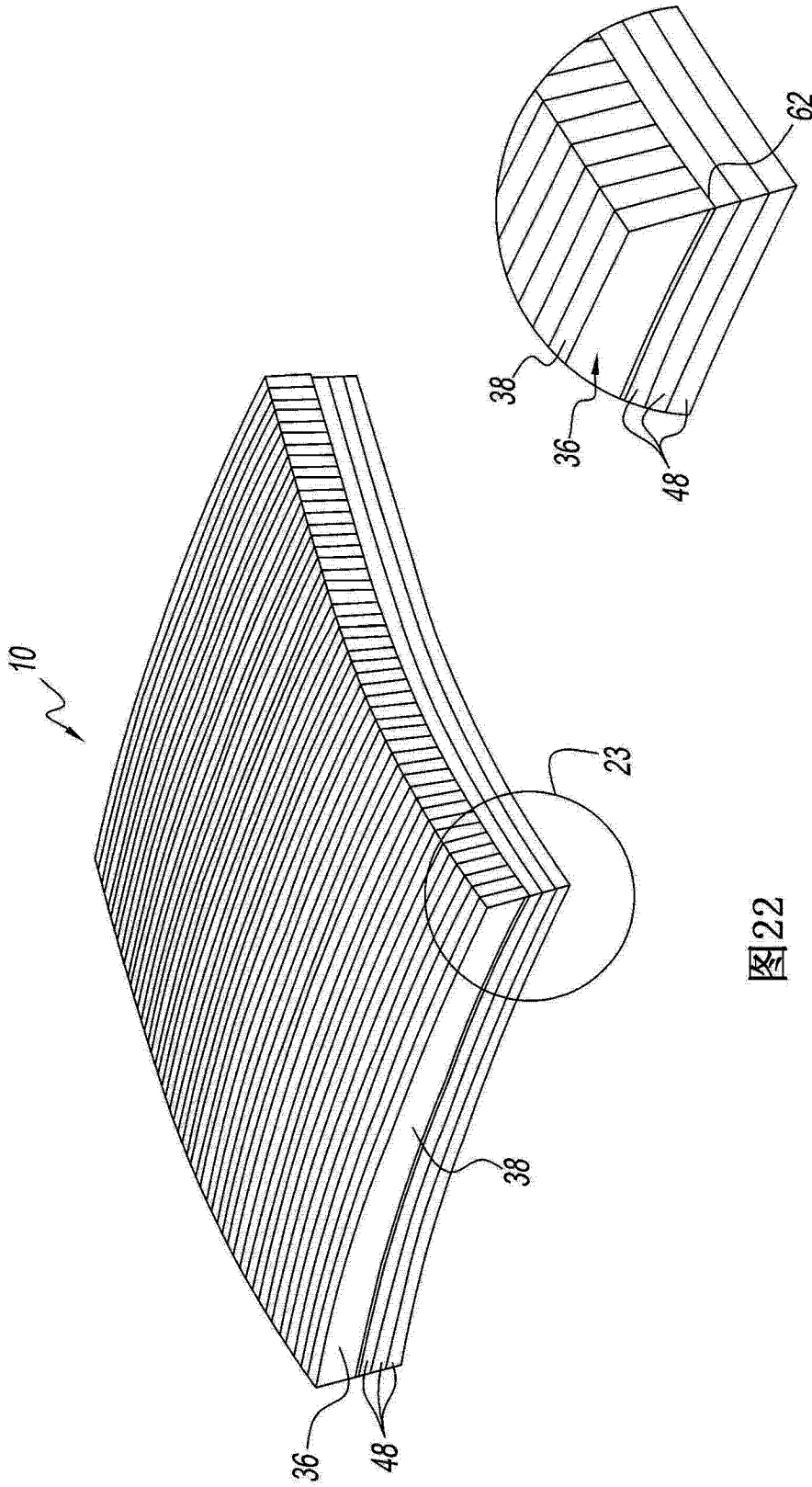


图22

图23

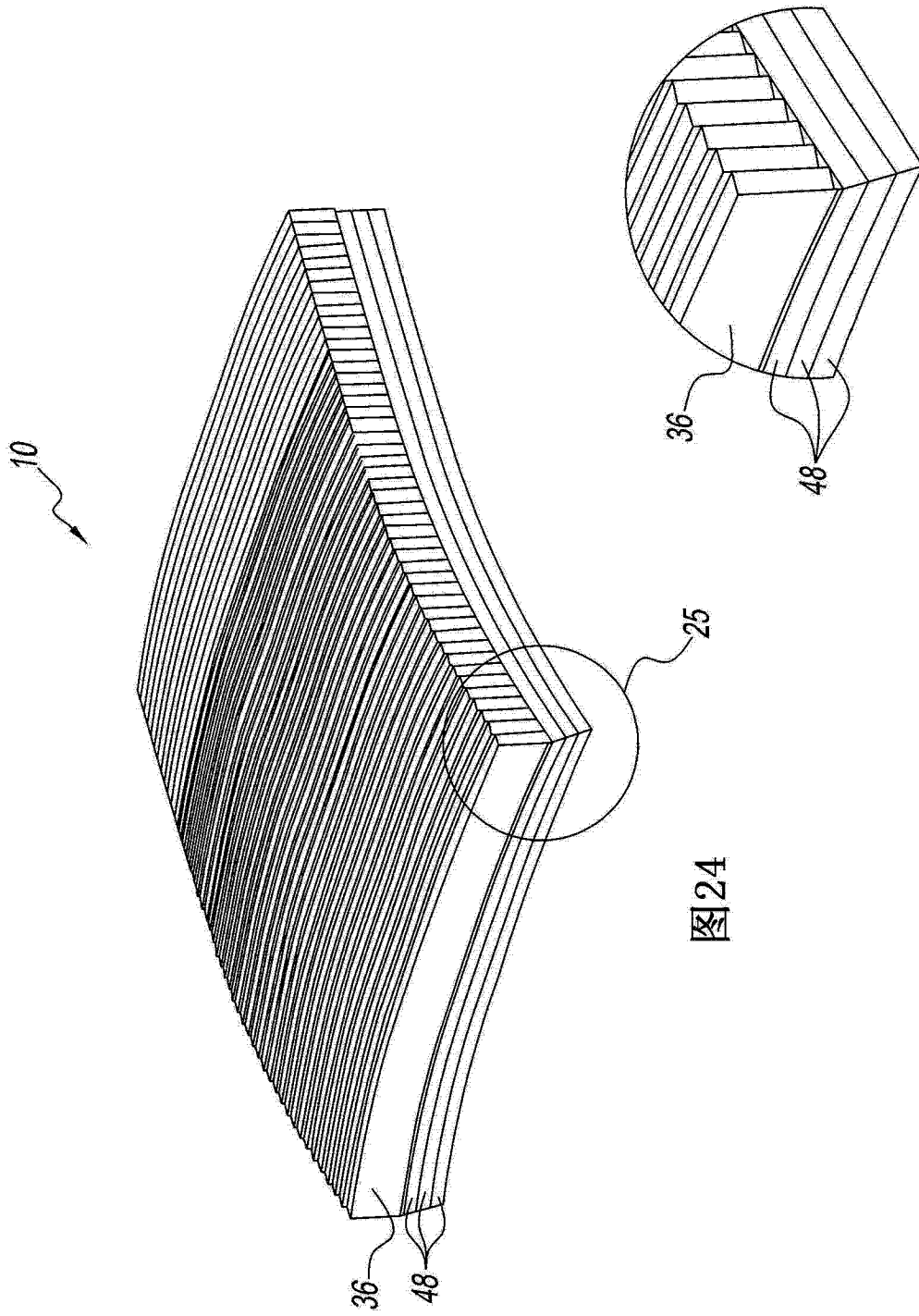


图25

图24