



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101992298 B

(45) 授权公告日 2015.06.03

(21) 申请号 201010269216.X

(22) 申请日 2010.08.23

(30) 优先权数据

12/546168 2009.08.24 US

(73) 专利权人 通用电气公司

地址 美国纽约州

(72) 发明人 G·A·戈勒 R·J·斯托尼特希

J·R·帕罗利尼 魏宇清

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

司 72001

代理人 严志军 谭祐祥

(51) Int. Cl.

B22F 3/14(2006.01)

B30B 11/00(2006.01)

B30B 15/00(2006.01)

(56) 对比文件

US 4935198 A, 1990.06.19,

CN 101142045 A, 2008.03.12, 全文.

US 2006026833 A1, 2006.02.09,

W. X. Yuan, J. Mei, V. Samarov et al.

Computer modelling and tooling design for near net shaped components using hot isostatic pressing. 《Journal of Materials Processing Technology》.2006, 第 182 卷(第 1-3 期),

R. Baccino, F. Moret, F. Pellerin et al. High performance and high complexity net shape parts for gas turbines: the ISOPREC powder metallurgy process. 《Materials and Design》.2000, 第 21 卷(第 4 期),

审查员 权雯雯

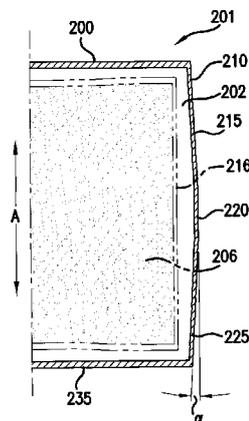
权利要求书2页 说明书6页 附图4页

(54) 发明名称

用于热等静压容器的装置和方法

(57) 摘要

本发明涉及用于热等静压容器的装置和方法,具体而言,提供了一种用于使用热等静压形成坯件(206,306)的改进的方法和容器(201,301)。该改进的方法和容器(201,301)具有特征,该特征在此类工艺过程中经历的高的温度和压力期间控制容器(201,301)的变形,以提供坯件(206,306),该坯件(206,306)具有预定的形状,例如,基本上平行的、凸的和/或凹的侧面(216)。可实现用于坯件(206,306)的粉末(305)的保存和在得到的坯件(206,306)上容器(201,301)的更有效的使用。



1. 一种用于粉末形成坯件的压缩工艺过程的容器 (201), 所述容器 (201) 限定轴向方向 (A), 所述容器 (201) 包括:

容器顶部 (200);

容器底部 (235); 和

外部壁 (210), 其位于所述容器顶部 (200) 和所述容器底部 (235) 之间并连接所述容器顶部 (200) 和所述容器底部 (235), 以限定用于接收所述粉末的内部 (202), 所述外部壁 (210) 具有顶部部分 (215) 和底部部分 (225), 所述外部壁 (210) 的所述顶部部分 (215) 和底部部分 (225) 成角度地远离所述容器 (201) 的所述内部 (202), 以形成离所述轴向方向 (A) 的非零的角度 (α), 其中所述角度 (α) 选择成以便在压缩工艺过程之后, 所述顶部部分 (215) 和底部部分 (225) 将位于预定位置处, 从而为所述坯件提供选定的形状。

2. 如权利要求 1 所述的用于粉末形成坯件的压缩工艺过程的容器 (201), 其特征在于, 所述角度 (α) 在 1 度至 10 度的范围中。

3. 如权利要求 1 所述的用于粉末形成坯件的压缩工艺过程的容器 (201), 其特征在于, 所述角度 (α) 选择成以便在压缩工艺过程之后, 所述坯件具有沿着所述容器 (201) 的所述外部壁 (210) 基本上平行的、基本上凸的, 或基本上凹的侧面 (216)。

4. 一种用于在热等静压期间优化材料的使用的方法, 所述方法包括如下步骤:

提供用于接收计划用于压缩的粉末的容器 (201), 所述容器 (201) 限定轴向方向 (A) 并包括顶部 (200)、底部 (235) 和连接所述顶部 (200) 与所述底部 (235) 以限定所述容器 (201) 的内部 (202) 的外部壁 (210), 所述外部壁 (210) 包括顶部部分 (215) 和底部部分 (225);

远离所述容器 (201) 的所述内部 (202) 定位所述外部壁 (210) 的所述顶部部分 (215) 和底部部分 (225), 以便形成离所述轴向方向 (A) 的非零的角度 (α); 以及

确定用于角度 (α) 的非零的值, 使得在热等静压之后, 所述容器 (201) 的所述顶部部分 (215) 和所述底部部分 (225) 将变形至相对于所述容器 (201) 的所述轴向方向 (A) 的预定位置。

5. 如权利要求 4 所述的用于在热等静压期间优化材料的使用的方法, 所述方法包括如下步骤:

使所述容器 (201) 遭受热等静压;

使所述容器 (201) 的所述外部壁 (210) 变形, 以便所述顶部部分 (215) 和所述底部部分 (225) 基本上与所述容器 (201) 的所述轴向方向 (A) 平行。

6. 如权利要求 4 所述的用于在热等静压期间优化材料的使用的方法, 其特征在于, 所述角度 (α) 在 1 度至 10 度的范围中。

7. 一种用于粉末形成坯件的压缩工艺过程的容器 (301), 所述容器 (301) 限定轴向方向 (A) 并具有中部, 所述容器 (301) 包括:

容器顶部 (300);

容器底部 (335); 以及

外部壁 (310), 其位于所述容器顶部 (300) 和所述容器底部 (335) 之间并连接所述容器顶部 (300) 和所述容器底部 (335) 以限定用于接收粉末的内部, 所述外部壁 (310) 具有顶部部分 (315) 和底部部分 (325), 各所述部分 (315, 325) 具有锥度, 由此各所述部分 (315,

325) 的厚度沿着所述轴向方向 (A) 并朝向所述容器 (301) 的所述中部减少。

8. 如权利要求 7 所述的用于粉末形成坯件的压缩工艺过程的容器 (301), 其特征在于, 所述壁 (310) 还包括沿着各所述部分 (315, 325) 的内表面 (345) 和外表面 (340), 其中, 所述内表面 (345) 和所述外表面 (340) 在所述内表面 (345) 和所述外表面 (340) 之间形成角度 (α), 所述角度 (α) 在 1 度至 10 度的范围中。

9. 一种用于在热等静压期间优化材料的使用的方法, 所述方法包括如下步骤:

提供用于接收计划用于压缩的粉末的容器 (301), 所述容器 (301) 限定轴向方向 (A) 并包括顶部 (300)、底部 (335) 以及连接所述顶部 (300) 和所述底部 (335) 以限定所述容器 (301) 的内部的所述外部壁 (310), 所述容器 (301) 具有中部, 所述外部壁 (310) 包括顶部部分 (315) 和底部部分 (325);

沿着各所述部分 (315, 325) 形成锥度, 由此各所述部分 (315, 325) 的厚度以沿着所述轴向方向 (A) 并朝向所述容器 (301) 的所述中部的方式减少, 各所述锥度在所述外部壁 (310) 的内表面 (345) 和外表面 (340) 之间限定角度 (α);

确定用于角度 (α) 的非零的值, 使得在热等静压之后, 所述容器 (301) 的所述顶部部分 (315) 和所述底部部分 (325) 将变形至相对于所述容器 (301) 的所述轴向方向 (A) 的预定位置。

10. 如权利要求 9 所述的用于在热等静压期间优化材料的使用的方法, 所述方法包括如下步骤:

使所述容器 (301) 遭受热等静压;

使所述容器 (301) 的所述外部壁 (310) 变形, 以便所述顶部部分 (315) 和所述底部部分 (325) 基本上平行于所述容器 (301) 的所述轴向方向 (A)。

用于热等静压容器的装置和方法

技术领域

[0001] 本文公开的主题涉及用于使用热等静压形成坯件的一种改进的方法和容器,并且更具体地,涉及具有如下特征的一种方法和容器,该特征控制在此类工艺过程中经历的高的温度和压力期间容器的变形,以便为坯件提供具有预定的形状或位置的侧面。

背景技术

[0002] 冶金技术已经得到发展,用于由通过例如微铸造或雾化以预定的微粒尺寸产生的金属粉末来制造金属坯件或其它物体。通常与镍、铬、钴和铁高度形成合金的这些粉末被结合成一体形成接近百分之一百理论密度的致密块。得到的坯件具有均匀的成分和致密的微观结构,其为具有改进的刚度、强度、断裂阻力和热膨胀系数的部件的制造做好了准备。此类改进的属性在例如用于存在高的温度和 / 或高的压力条件的涡轮机的旋转部件的制造中会是特别有价值的。

[0003] 这些金属粉末结合成一体形成致密块典型地在被称为热等静压 (HIP) 的工艺过程中在高的压力和温度下发生。典型地,粉末被放入容器 (有时被称为“罐”),该容器已被密封且其内含物放置在真空下。该容器也经受升高的温度,并且使用惰性气体例如氩在外部上施压以避免化学反应。例如,可应用高达 480°C 到 1315°C 的温度和从 51MPa 到 310MPa 或甚至更高的压力来加工金属粉末。通过对装入粉末的容器增压,选定的流体介质 (例如,惰性气体) 在所有侧面并在所有方向上向粉末施加压力。

[0004] HIP 处理所需的设备典型地非常昂贵,并且需要特殊结构。由于极端的温度和压力,随着 HIP 工艺过程期间粉末的体积减小,容器会极大地变形或压扁,并且容器变得接合到由压紧的粉末产生的坯件的表面上。根据对于得到的坯件的期望形状,在 HIP 工艺过程后可切除 (即通过机加工) 容器的所有或部分表面。另外,也可根据期望的形状和在 HIP 工艺过程期间发生的变形的性质切除坯件的部分。考虑到用来制造坯件的粉末典型地非常昂贵,不期望去除坯件的部分。需要允许在压缩期间控制形状,同时优化从坯件去除材料的工艺过程。

[0005] 图 1 和 2 提供了在 HIP 工艺过程中使用传统容器所面对的问题的示范性图示。图 1 提供了在经受 HIP 工艺过程的极端温度和压力之前的容器 101 的一部分的示意性图示。容器 101 装入计划用于压缩的粉末混合物 105,并且提供密封件来防止在 HIP 工艺过程期间用于增压的流体例如氩的进入。在增压之前,顶部 100 和底部 135 之间的壁 110 是基本上直的和 / 或无变形的。顶部 100 和底部 135 在 HIP 工艺过程之前也是未变形的。

[0006] 图 2 图解了在经受 HIP 工艺过程之后容器 101 的相同部分。HIP 工艺过程的条件现在已将粉末转变成金属坯件 106。然而,从粉末到固体金属的密度上的变化也已导致了相当显著的体积上的变化。由于体积减小,容器 101 也随着从粉末 105 到坯件 106 的变化而变形。图 2 图解了壁 110 现已呈现弓形形状,并且顶部 100 和底部 135 也会遭受变形。因此,坯件 106 也具有有时被称为沙漏形状的相似形状。

[0007] 不幸的是,取决于对于坯件 106 的期望形状 (或由坯件 106 建造的最终部件的形

状),图 2 中显示的变形可能是非期望的,因为对于坯件 106 得到的形状可能要求从其表面去除有价值的材料。例如,假设需要沿着坯件 106 的壁 110 的圆柱形外表面,则容器 101 和坯件 106 可能需要沿着线 130 切割(即机加工)以获得期望的外表面。然而,除容器 101 的破坏之外,将在沿着容器 101 的顶部和底部的部分 115 处损失大量的坯件 106。由于原始粉末的相当高的成本,此损失是非期望的。另外,尽管不如粉末成本那么显著,但容器 101 的部分也由于机加工过程而损失。在特定的应用中,可能期望在得到的坯件上保留容器 101 的材料以包括在最终工件上。在此类情况下,要避免去除容器来成形坯件。

[0008] 因此,一种改进的方法和装置将是有益的,其提供减少或消除与 HIP 处理相关的粉末损失。一种改进的方法和装置也将是有益的,其还提供具有预定的形状例如基本上平行、凸的或凹的侧面的坯件。最后,一种改进的方法和装置也将是有益的,其还能够允许在坯件上保留容器的全部或期望的部分,以包括在预期的工件中。

发明内容

[0009] 本发明提供用于使用热等静压形成坯件的一种改进的方法和容器,并且更具体地,涉及一种具有如下特征的方法和容器,该特征控制在此类工艺过程中经历的高的温度和压力期间的容器的变形,以便提供具有预定的形状例如基本上平行、凸的或凹的侧面的坯件。本发明的另外的方面和优点将在下文的描述中部分地阐明,或可由该描述而显而易见,或可通过本发明的实践而获悉。

[0010] 在一个示范性实施例中,提供了用于粉末成为坯件的压缩工艺过程的一种容器。该容器限定了轴向方向并且包括容器顶部、容器底部和外部壁。外部壁位于容器顶部和底部之间,并且连接容器顶部和底部以限定用于接收粉末的内部。外部壁具有顶部部分和底部部分。外部壁的顶部部分和底部部分成角度地远离容器的内部以形成远离轴向方向的非零的角度 α 。角度 α 选择成以便在压缩工艺过程之后顶部部分和底部部分将位于预定位置处,从而为坯件提供选定的形状。

[0011] 在本发明的另一示范性方面中,提供了用于在热等静压期间优化材料的使用的一种方法。此示范性方法包括提供用于接收计划用来压缩的粉末的容器的步骤。该容器限定轴向方向,并且包括顶部、底部和连接顶部和底部以限定容器的内部的外部壁。外部壁包括顶部部分和底部部分。外部壁的顶部部分和底部部分定位成远离容器的内部,以便形成远离轴向方向的非零的角度 α 。此示范性方法包括确定对于角度 α 的非零的值,使得在热等静压期间,容器的顶部部分和底部部分将变形至相对于容器的轴向方向的预定位置。

[0012] 本发明的另一示范性实施例提供了用于粉末成为坯件的压缩工艺过程的一种容器。该容器限定轴向方向并具有中部。容器包括容器顶部、容器底部和位于两者之间并连接容器顶部和容器底部以限定用于接收粉末的内部的外部壁。外部壁具有顶部部分和底部部分,且这些部分的每一个均具有锥度,由此各部分的厚度沿着轴向方向并朝向容器的中部减少。

[0013] 在本发明的又另一示范性实施例中,提供了用于在热等静压期间优化材料的使用的一种方法。该方法包括提供用于接收计划用于压缩的粉末的容器的步骤。该容器限定轴向方向,并且包括顶部、底部和连接顶部和底部以限定容器的内部的外部壁,且容器具有中部。外部壁包括顶部部分和底部部分。沿着这些部分的每一个部分形成锥度,由此各部分

的厚度以沿着轴向方向并朝向容器的中部的方式减少。各锥度限定外部壁的内表面和外表面之间的角度 α 。该方法包括确定对于角度 α 的非零的值,使得在热等静压之后,容器的顶部部分和底部部分将变形至相对于容器的轴向方向的预定位置。

[0014] 参考下文的描述和所附的权利要求,本发明的这些和其它特性、方面和优点将变得更好理解。结合在此说明书中并构成此说明书的一部分的附图图解了本发明的实施例,并且和描述一起用于解释本发明的原理。

附图说明

[0015] 在说明书中阐明了针对本领域中的技术人员的本发明的示范性实施例的完全和使能的公开,其引用了附图,在其中:

[0016] 图 1 是沿着经历 HIP 工艺过程之前的容器的一侧的示意性横截面。

[0017] 图 2 是沿着经历 HIP 工艺过程的压力和温度之后的容器的一侧的示意性横截面。

[0018] 图 3、4 和 5 是根据本发明的容器的示范性实施例的示意性横截面视图。仅在各图中描绘了容器的一侧。假想线图解了压缩工艺过程之后的容器。

[0019] 图 6 是根据本发明的容器的示范性实施例的示意性横截面视图。仅描绘了容器的一侧。

[0020] 图 7 是容器已经受 HIP 工艺过程之后的图 6 的示范性实施例的示意性横截面视图。

[0021] 部件清单:

- [0022] 100 顶部
- [0023] 101 容器
- [0024] 105 粉末(混合物)
- [0025] 106 坯件
- [0026] 110 壁
- [0027] 115 部分
- [0028] 130 线
- [0029] 135 底部
- [0030] 200 顶部(部分)
- [0031] 201 容器
- [0032] 202 内部
- [0033] 206 坯件
- [0034] 210 外部壁
- [0035] 215 顶部部分,壁,部分
- [0036] 216 直的侧面,平行的侧面
- [0037] 220 中间部分
- [0038] 225 底部部分
- [0039] 235 容器底部
- [0040] 300 容器顶部,顶部部分,顶部,部分
- [0041] 301 容器

| | | |
|--------|-----|--------------------|
| [0042] | 305 | 粉末 |
| [0043] | 306 | 坏件 |
| [0044] | 310 | 外部壁, 外侧壁 |
| [0045] | 315 | (顶部) 部分 |
| [0046] | 325 | (底部) 部分 |
| [0047] | 330 | 线 |
| [0048] | 335 | 容器底部, 底部部分, 底部, 部分 |
| [0049] | 340 | 外表面 |
| [0050] | 345 | 内表面 |

具体实施方式

[0051] 为提供如本文所述的有利的改进, 本发明提供用于使用热等静压形成坏件的一种改进的方法和容器, 并且控制在此类工艺过程中经历的高的温度和压力期间容器的变形, 以便提供具有预定或选定形状的坏件。出于描述本发明的目的, 现将对发明的实施例做出详细参考, 其一个或更多的示例在图中图解。各示例作为本发明的解释而非本发明的限制来提供。实际上, 对那些本领域中的技术人员来说显而易见的是, 可在本发明中做出的不同的修改和变化而不脱离发明的范围或精神。例如, 作为一个实施例的部分来图解或描述的特征能够与另一实施例一起使用来产生又一个实施例。因此, 本发明意在覆盖在所附权利要求及其等同物的范围内的此类修改和变化。

[0052] 图 3、4 和 5 图解了根据本发明建造的容器 201 的示范性实施例。在各图中, 以横截面图解了容器 201 的一侧。容器 201 被建造成以便在来自 HIP 工艺过程的压缩期间发生的变形将产生坏件 206, 该坏件 206 具有基本上直的侧面 216, 其也为圆柱形状的坏件 206 提供了基本上平行的边 216。变形过程之后的容器 201 的形状由在图 3、4 和 5 中的假想线图解。

[0053] 容器 201 包括在容器顶部 200 和容器底部 235 之间延伸以限定内部 202 的外部壁 210。容器 201 的桶状形状限定了轴向方向 A, 该轴向方向 A 在本文用于限定将被描述的角度 α 。内部 202 容纳粉末, 粉末将在 HIP 工艺过程期间压缩成为具有基本上平行的侧面和 / 或基本上圆柱形形状的坏件 206。

[0054] 对此示范性实施例, 容器 201 的外部壁 210 被分为三部分, 包括顶部部分 215、底部部分 225 以及位于顶部部分 215 和底部部分 225 之间的中间部分 220。中间部分 220 由基本上平行于轴向方向 A 的外部壁 210 的一部分来限定。尽管未在图中显示, 但中间部分 220 可包括例如稍微弓形的形状以帮助控制 HIP 工艺过程期间的变形。

[0055] 如在图 3、4 和 5 中所示, 顶部部分 215 和底部部分 225 各自对轴向方向 A 以非零的角度 α 定位。用于角度 α 的值选择成以便在压缩工艺过程期间外部壁 210 的变形将产生具有基本上平行的侧面 216 的容器 201, 这又将给坏件 206 提供平行的侧面。更具体地, 随着 HIP 工艺过程期间容器 201 中的粉末的体积减小, 壁 210 将被向内朝着容器 201 的内部 202 推动。通过选择适当的角度 α , 顶部部分 215 和底部部分 225 通过该角度 α 在 HIP 工艺过程之前向外成角度, 在 HIP 工艺过程期间的变形将导致部分 215 和 225 朝着容器 201 的内部移动, 使得在 HIP 过程之后, 角度 α 将大约为零, 以给予坏件 206 基本上平行的侧面

或圆柱形形状。如果期望的话,现在容器 201 可以被机加工或从坯件 206 切除。备选地,由于现在容器 201 保持坯件 206 的基本上一致的形状,可能期望的是保留容器 201 在位置上以在预期的工件或最终产品上使用。

[0056] 可选择不同的角度 α 与容器 201 一起使用。出于图示的目的,图 3 提供了 3 度的角度 α ,图 4 提供了 6 度的角度 α ,并且图 5 提供了 10 度的角度 α 。用于任何特定的应用的角度 α 的值将取决于例如预期的压缩量、粉末的属性、容器 201 的几何形状,以及用于容器 201 的建造的材料和厚度。对各应用,角度 α 的值确定成以便在 HIP 工艺过程之后,顶部部分 215 和底部部分 225 将变形至预定位置。例如,顶部部分 215 和底部部分 225 可远离容器 201 的内部 202 定位,使得在压缩之后,容器 201 的外部壁 210 基本上平行。在此类情况下,在特定的实施例中角度 α 典型地在 0 和大约 10 度之间的范围中。在又其它实施例中,角度 α 在大约 1 度到大约 10 度的范围中。然而,也可为顶部部分 215 和底部部分 225 选择其它预定位置,以提供带有预定的或选定的形状的得到的坯件 206。作为示例,角度 α 可选择成以便在变形之后,顶部部分 215 和 / 或底部部分 225 提供凹的、凸的或根据需要另外成形的外部壁 210。

[0057] 图 6 和 7 图解了根据本发明建造的容器 301 的另外的示范性实施例。在各图中,以横截面图解容器 301 的一侧。图 6 描画了在 HIP 工艺过程之前的容器 301 而图 7 图解了在 HIP 工艺过程之后的容器 301。与图 3-5 的实施例一样,容器 301 建造成以便在来自 HIP 工艺过程的压缩期间发生的变形导致具有沿着容器 301 的内表面 345 的基本上直的侧面的坯件 306,其也为圆柱形地成形的坯件 306 提供基本上平行的边。

[0058] 容器 301 包括外部壁 310,该外部壁 310 在容器顶部 300 和容器底部 335 之间延伸以限定用于粉末 305 的内部,该粉末 305 将在 HIP 工艺过程期间压缩成具有基本上平行的侧面和 / 或基本上圆柱形形状的坯件 306。对此示范性实施例,容器 301 的外部壁 310 被分为包括顶部部分 315 和底部部分 325 的两部分。

[0059] 如在图 6 中所示,外部壁 310 的各部分 315 和 325 包括外表面 340 和内表面 345。在变形之前,外表面 340 为基本上平坦的,且平行于容器 301 的轴向方向 A,使得容器 301 沿着外表面 340 具有基本上圆柱形的形状。然而,在变形之前,内表面 345 相对于轴向方向 A 成非零的角度 α 。更具体地,外部壁 310 的各部分 315 和 325 是锥形的,因为内表面 345 相对于轴向方向 A 或外表面 340 成非零的角度 α 。各部分 300 和 355 的锥度被构造成使得在从顶部 300 或底部 335 中的任一个沿朝着容器 301 的中部的方向移动时外部壁 310 在厚度上减少。

[0060] 如在图 7 中图解,角度 α 的值选择成以便在压缩工艺过程之后,外部壁 310 的变形将导致具有基本上平行于轴向方向 A 的内表面 345 的容器 301。更具体地,通过为顶部部分 315 和底部部分 325 的锥度选择适当的角度 α ,在 HIP 工艺过程期间的变形将导致部分 315 和 325 朝向容器 301 的内部移动,使得在 HIP 工艺过程之后,坯件 306 将具有基本上平行的侧面或圆柱形形状以及沿着线 330 的基本上直的轮廓。如果期望的话,现在容器 301 可以沿着线 330 机加工或从坯件 306 的表面去除且来自坯件 306 的材料没有损失或损失最小。与图 2 的切割线 130 比较,材料上的节省会是显著的。

[0061] 可选择不同的角度 α 以与容器 301 一起使用。出于图示的目的,图 6 提供了大约 3 度的角度 α 。然而,用于任何特定应用的角度 α 的值将取决于例如预期的压缩量、粉末的

属性、容器 301 的几何形状以及用于建造容器 301 的材料和厚度。对于各应用,角度 α 的值确定成以便在 HIP 工艺过程之后,顶部部分 315 和底部部分 325 将变形至预定位置。在特定实施例中,角度 α 在 0 和大约 10 度之间的范围中。在又其它实施例中,角度 α 在大约 1 度至大约 10 度的范围中。另外,对顶部部分 315 和底部部分 325 也可选择其它预定位置,以便为得到的坯件 306 提供预定或选定的形状。作为示例,角度 α 可选择成以便在变形之后,顶部部分 315 和 / 或底部部分 325 提供外部壁 310,该外部壁 310 为凹的、凸的或根据需要另外成形。

[0062] 尽管已关于特定的示范性实施例及其方法详细地描述了本主题,但将领会的是,本领域技术人员在获得对上述的理解之后可轻易做出对此类实施例的备选、变更和等价物。因此,本公开的范围作为示例而非限制,并且,如同对本领域中的技术人员将轻易显而易见的是,该主题公开不排除包括本主题的此类修改、变更和 / 或添加。

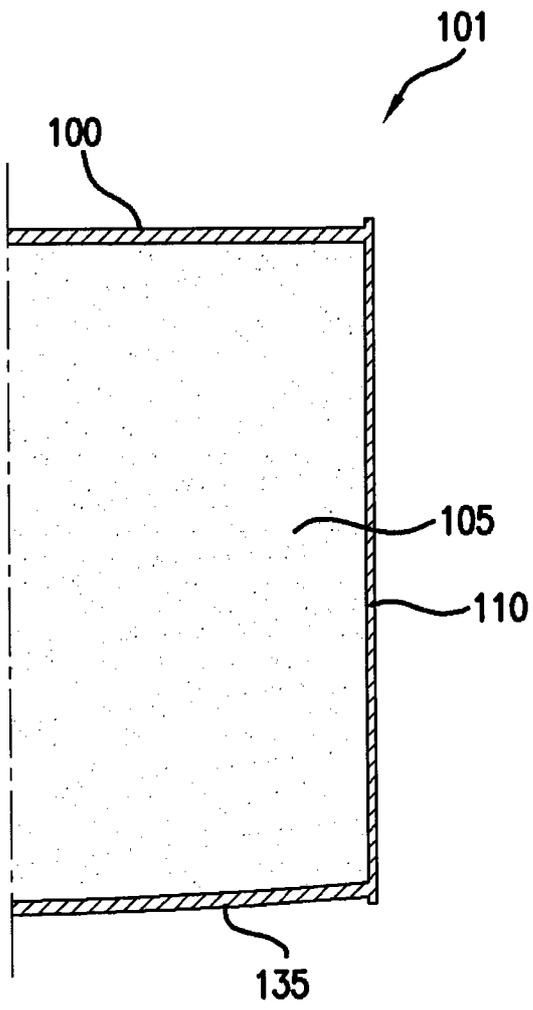


图 1

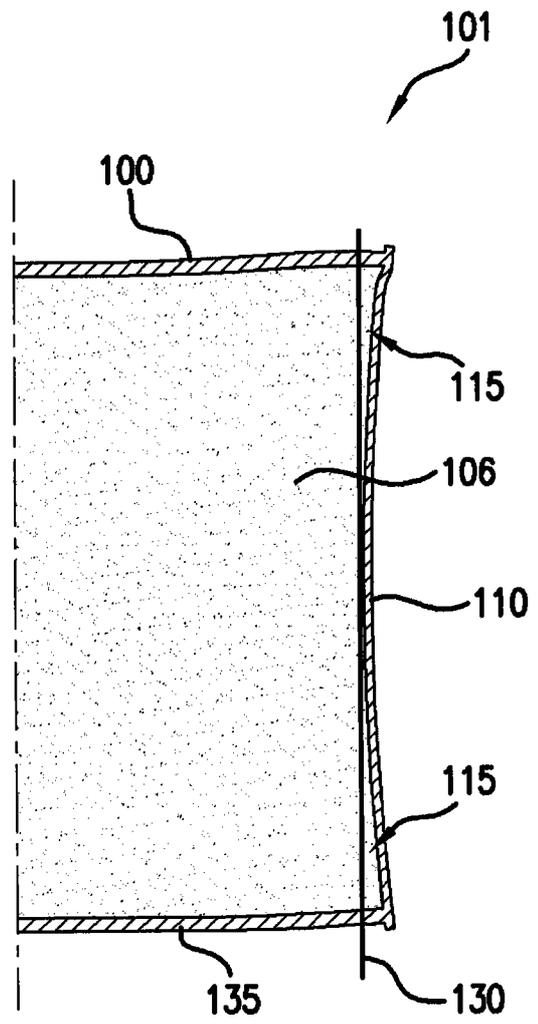


图 2

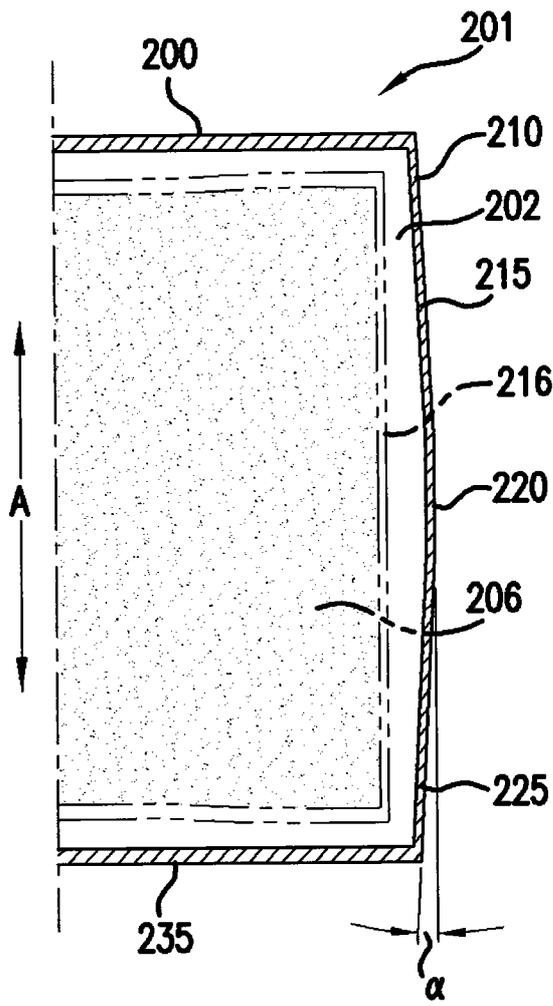


图 3

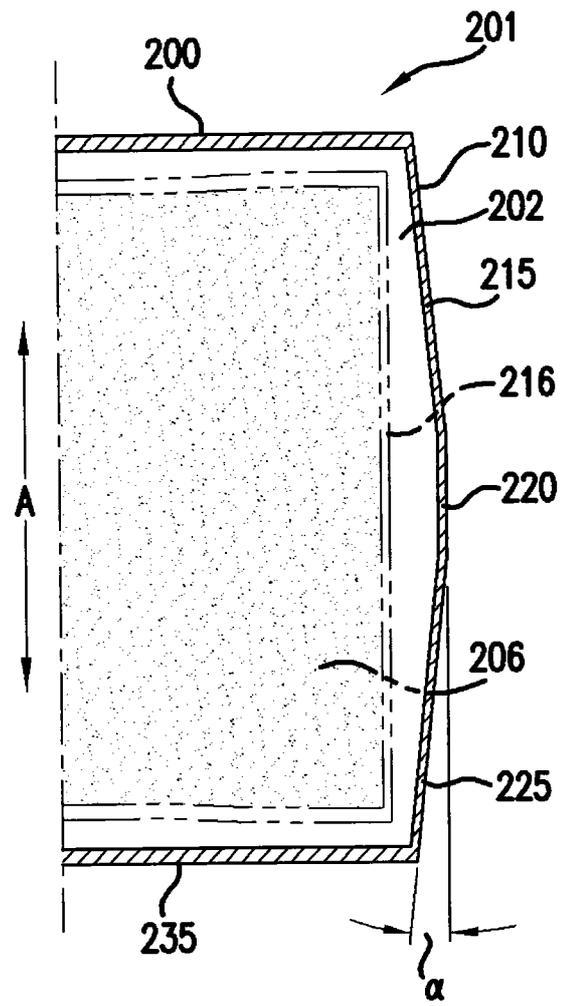


图 4

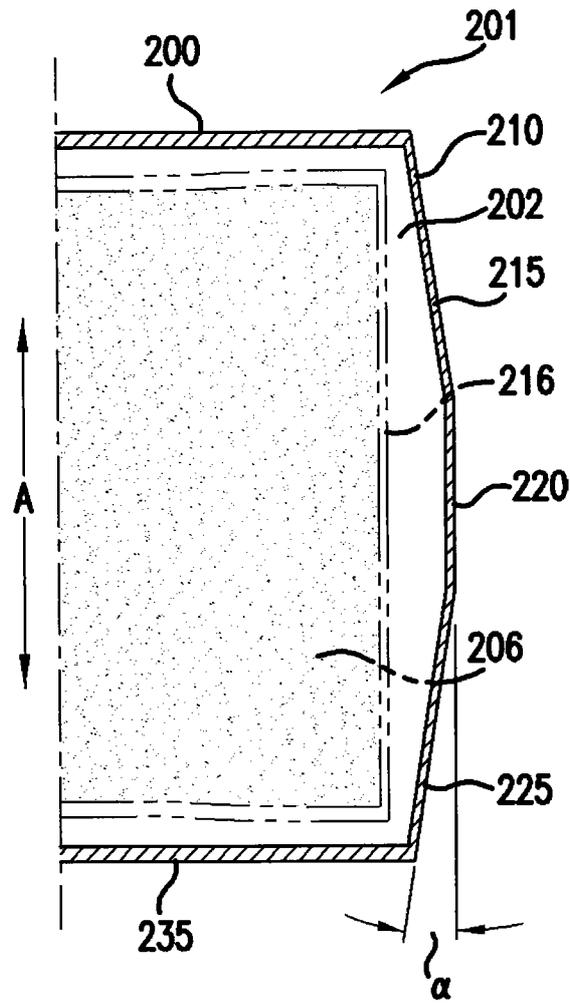


图 5

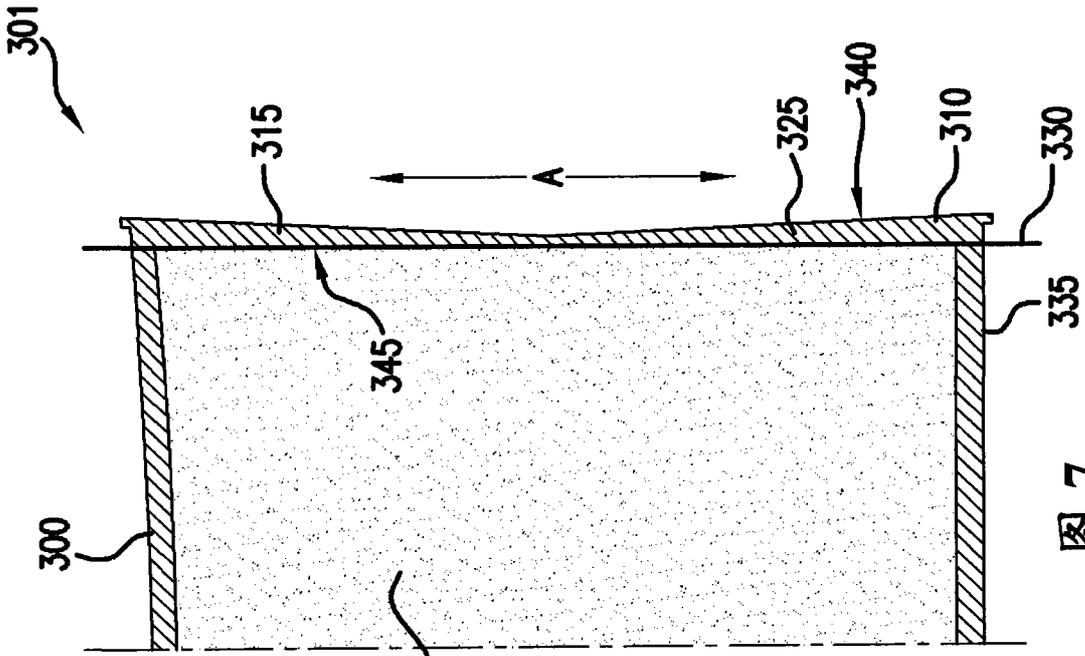


图 7

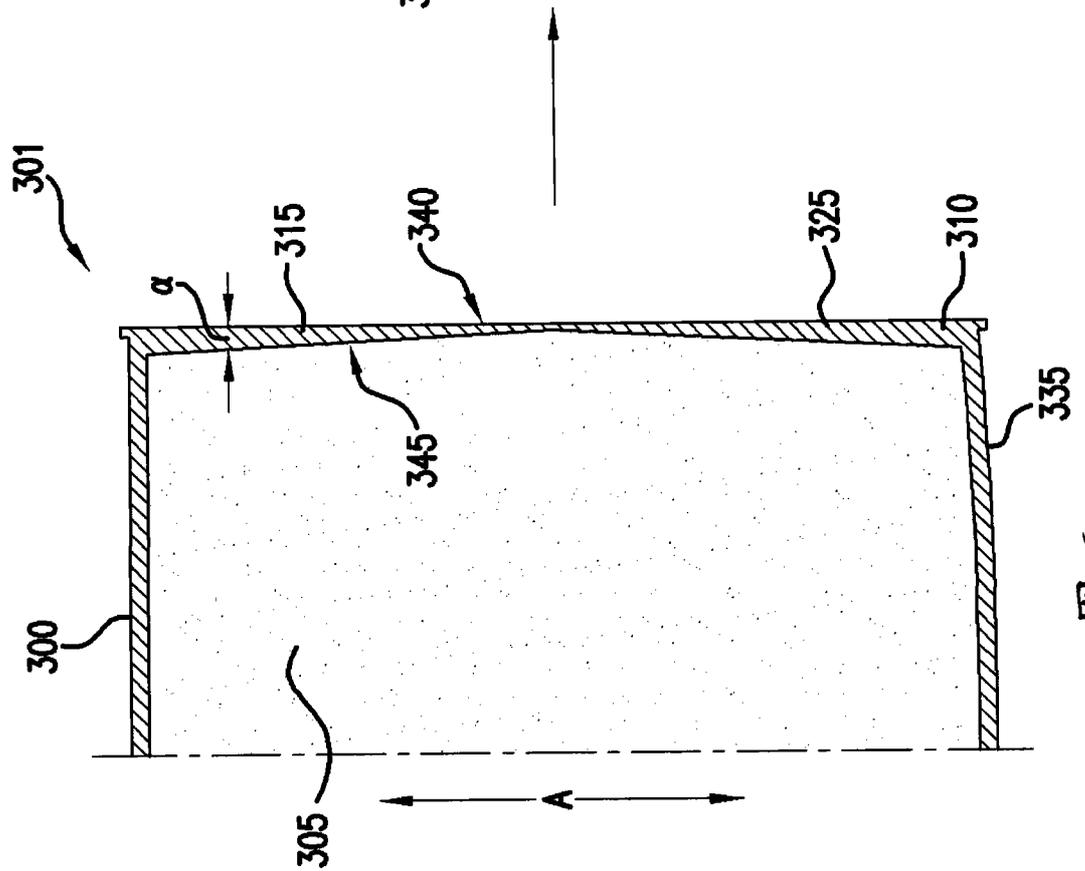


图 6