



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 115103795 B

(45) 授权公告日 2024.07.19

(21) 申请号 202180014846.9

(22) 申请日 2021.02.18

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 115103795 A

(43) 申请公布日 2022.09.23

(30) 优先权数据
2020-025171 2020.02.18 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2022.08.16

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2021/006055 2021.02.18

(87) PCT国际申请的公布数据
W02021/166988 JA 2021.08.26

(73) 专利权人 日本制铁株式会社

地址 日本东京

(72) 发明人 阿部雅彦

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司
72002

专利代理师 夏斌

(51) Int.Cl.
B62D 25/00 (2006.01)
B62D 21/00 (2006.01)

(56) 对比文件
CN 105050890 A, 2015.11.11
CN 105531180 A, 2016.04.27

审查员 朱宗贵

权利要求书2页 说明书11页 附图7页

(54) 发明名称

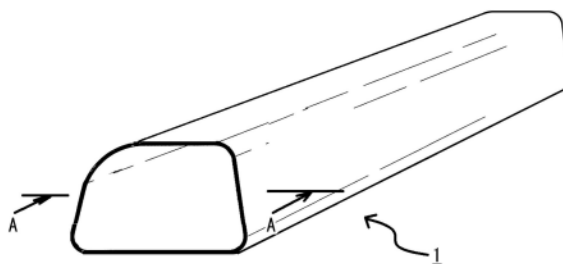
车身构造部件以及车身构造部件的设计方法

(57) 摘要

本发明涉及车身构造部件以及车身构造部件的设计方法。该车身构造部件是沿着长度方向延伸的车身构造部件(1),在长度方向的至少一部分,与长度方向垂直的截面满足下述(1)式~(3)式。 $\sigma_{cr} > \sigma_y$... (1)式

$$\sigma_{cr} = \frac{k\pi^2 E t^2}{12(1-\nu^2) b_f^2} \dots (2) \text{式}$$

$$k = 4.0 \exp\left(-28 \frac{R1t}{b_f b}\right) \dots (3) \text{式}$$



1. 一种车身构造部件,沿着长度方向延伸,其特征在于,
 在上述长度方向的至少一部分,与上述长度方向垂直的截面具有:
 最大曲率半径弯曲部,是多个弯曲部中具有单位mm的最大的曲率半径R1的弯曲部;
 基准平面部,是如下的平面部中具有单位mm的最长的截面长度 b_f 的平面部:与上述最大曲率半径弯曲部相连,且与和上述最大曲率半径弯曲部相连的端部相反侧的端部、与曲率圆的中心和上述截面的图心相对于上述截面处于相同侧的上述弯曲部相连;以及
 小曲率半径弯曲部,具有上述最大曲率半径弯曲部的单位mm的曲率半径R1的50%以下的曲率半径R2,

上述小曲率半径弯曲部将穿过上述截面的形状的图心并且与上述基准平面部平行的直线即基准线夹在之间而配置在与上述基准平面部相反一侧,

满足下述(1)式~(3)式,

[数式1]

$$\sigma_{cr} > \sigma_y \quad \dots (1) \text{ 式}$$

[数式2]

$$\sigma_{cr} = \frac{k\pi^2 Et^2}{12(1-\nu^2)b_f^2} \quad \dots (2) \text{ 式}$$

[数式3]

$$k = 4.0 \exp\left(-28 \frac{R1t}{b_f b}\right) \quad \dots (3) \text{ 式}$$

其中,

σ_{cr} :上述基准平面部的单位MPa的弹性压曲应力

σ_y :上述基准平面部的单位MPa的屈服应力

k:压曲应力系数

E:形成上述基准平面部的部分的单位MPa的杨氏模量

t:形成上述基准平面部的部分的单位mm的板厚

ν :形成上述基准平面部的部分的泊松比

b_f :上述基准平面部的单位mm的截面长度

R1:上述最大曲率半径弯曲部的单位mm的曲率半径

b:沿着截面内的上述基准线的方向上的上述截面的单位mm的最大外形尺寸。

2. 根据权利要求1所述的车身构造部件,其特征在于,
 上述基准平面部是负载来自外部的载荷的载荷承受面。

3. 根据权利要求1或2所述的车身构造部件,其特征在于,
 上述截面存在于上述长度方向的全长的50%以上。

4. 根据权利要求1或2所述的车身构造部件,其特征在于,
 进一步满足下述(4)式,

[数式4]

$$\sigma_{cr} \times 0.9 > \sigma_y \quad \dots (4) \text{ 式}$$

5. 根据权利要求1或2所述的车身构造部件,其特征在于,

上述基准平面部的抗拉强度为1180MPa以上。

6. 根据权利要求1或2所述的车身构造部件,其特征在于,上述曲率半径R1为15mm以上。

7. 根据权利要求1或2所述的车身构造部件,其特征在于,上述基准平面部的板厚为0.4~1.6mm。

8. 一种车身构造部件的设计方法,其特征在于,

上述车身构造部件为,沿着长度方向延伸,在上述长度方向的至少一部分,与上述长度方向垂直的截面具有:最大曲率半径弯曲部,是多个弯曲部中具有单位mm的最大的曲率半径R1的弯曲部;基准平面部,是如下的平面部中具有单位mm的最长的截面长度 b_f 的平面部:与上述最大曲率半径弯曲部相连,且与和上述最大曲率半径弯曲部相连的端部相反侧的端部、与曲率圆的中心和上述截面的图心相对于上述截面处于相同侧的上述弯曲部相连;以及小曲率半径弯曲部,具有上述最大曲率半径弯曲部的单位mm的曲率半径R1的50%以下的曲率半径R2,上述小曲率半径弯曲部将穿过上述截面的形状的图心并且与上述基准平面部平行的直线即基准线夹在之间而配置在与上述基准平面部相反一侧,

上述车身构造部件的设计方法将上述车身构造部件设计成满足下述(1)式~(3)式,

[数式5]

$$\sigma_{cr} > \sigma_y \quad \dots (1) \text{ 式}$$

[数式6]

$$\sigma_{cr} = \frac{k\pi^2 Et^2}{12(1-\nu^2)b_f^2} \quad \dots (2) \text{ 式}$$

[数式7]

$$k = 4.0 \exp\left(-28 \frac{R1t}{b_f b}\right) \quad \dots (3) \text{ 式}$$

其中,

σ_{cr} : 上述基准平面部的单位MPa的弹性压曲应力

σ_y : 上述基准平面部的单位MPa的屈服应力

k: 压曲应力系数

E: 形成上述基准平面部的部分的单位MPa的杨氏模量

t: 形成上述基准平面部的部分的单位mm的板厚

ν : 形成上述基准平面部的部分的泊松比

b_f : 上述基准平面部的单位mm的截面长度

R1: 上述最大曲率半径弯曲部的单位mm的曲率半径

b: 沿着截面内的上述基准线的方向上的上述截面的单位mm的最大外形尺寸。

车身构造部件以及车身构造部件的设计方法

技术领域

[0001] 本发明涉及车身构造部件以及车身构造部件的设计方法。本申请基于2020年2月18日向日本提交的特愿2020-025171号且主张优先权,将其内容援用于此。

背景技术

[0002] 以往,作为车身构造部件,使用将钢板作为材料而形成且具有规定的截面形状的中空部件。这些车身构造部件被要求实现轻量化,并且在被施加由于碰撞等而产生的冲击时具有足够的耐载荷性。因此,近年来,有时将具有较高强度的高强度钢板作为材料使用。

[0003] 在下述专利文献1中记载有如下技术:在承受轴向压缩弯曲变形的车身构造用部件中,为了实现轴向压缩弯曲强度较高的部件而使承受压缩变形的面朝外侧凸出地弯曲。

[0004] 现有技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献1:日本特开2005-186777号公报

发明内容

[0007] 发明要解决的课题

[0008] 在上述专利文献1所记载的技术中,仅使部件的截面形状中的承受压缩变形的面的形状朝外侧凸出地弯曲,没有考虑将与弯曲面连续的平面包括在内的截面形状对部件整体的弯曲耐力产生的影响。此外,车身构造用部件所使用的材料的薄壁化以及高强度化可能会降低该部件的弹性压曲应力。因此,在受到弯曲载荷的部位、尤其是在平面部,有可能在达到材料的屈服应力之前就产生弹性压曲,由此弯曲耐力有可能降低。但是,包括上述专利文献1所记载的技术在内,现有技术并未从这种观点出发来设定部件的截面形状。

[0009] 因此,本发明是鉴于上述问题而完成的,本发明的目的在于提供能够确保较高的弯曲耐力、新颖且改良了的的车身构造部件及其设计方法。

[0010] 用于解决课题的手段

[0011] 本发明的具体方式如下所述。

[0012] (1) 本发明的第1方式为一种车身构造部件,沿着长度方向延伸,其中,在上述长度方向的至少一部分,与上述长度方向垂直的截面具有:最大曲率半径弯曲部,是多个弯曲部中具有单位mm的最大的曲率半径R1的弯曲部;基准平面部,是平面部中具有单位mm的最长的截面长度 b_f 的平面部,该平面部与上述最大曲率半径弯曲部相连,且与和上述最大曲率半径弯曲部相连的端部相反侧的端部与曲率圆的中心和上述截面的图心相对于上述截面处于相同侧的上述弯曲部相连;以及小曲率半径弯曲部,具有上述最大曲率半径弯曲部的单位mm的曲率半径R1的50%以下的曲率半径R2,上述小曲率半径弯曲部将穿过上述截面的形状的图心并且与上述基准平面部平行的直线即基准线夹在之间而配置在与上述基准平面部相反一侧,并满足下述(1)式~(3)式,

[0013] [数式1]

[0014] $\sigma_{cr} > \sigma_y$ ··· (1) 式

[0015] [数式2]

[0016]
$$\sigma_{cr} = \frac{k\pi^2 Et^2}{12(1-\nu^2)b_f^2} \quad \dots (2) \text{ 式}$$

[0017] [数式3]

[0018]
$$k = 4.0 \exp\left(-28 \frac{R1t}{b_f b}\right) \quad \dots (3) \text{ 式}$$

[0019] 其中,

[0020] σ_{cr} : 上述基准平面部的单位MPa的弹性压曲应力

[0021] σ_y : 上述基准平面部的单位MPa的屈服应力

[0022] k: 压曲应力系数

[0023] E: 形成上述基准平面部的部分的单位MPa的杨氏模量

[0024] t: 形成上述基准平面部的部分的单位mm的板厚

[0025] ν : 形成上述基准平面部的部分的泊松比

[0026] b_f : 上述基准平面部的单位mm的截面长度

[0027] R1: 上述最大曲率半径弯曲部的单位mm的曲率半径

[0028] b: 沿着截面内的上述基准线的方向上的上述截面的单位mm的最大外形尺寸。

[0029] (2) 在上述(1)所记载的车身构造部件中也可以为, 上述截面存在于上述长度方向的全长的50%以上。

[0030] (3) 在上述(1)或(2)所记载的车身构造部件中也可以为, 进一步满足下述(4)式。

[0031] [数式4]

[0032] $\sigma_{cr} \times 0.9 > \sigma_y$ ··· (4) 式

[0033] (4) 在上述(1)~(3)任一项所记载的车身构造部件中也可以为, 上述基准平面部的抗拉强度为1180MPa以上。

[0034] (5) 在上述(1)~(4)任一项所记载的车身构造部件中也可以为, 上述曲率半径R1为15mm以上。

[0035] (6) 在上述(1)~(5)任一项所记载的车身构造部件中也可以为, 上述基准平面部的厚度为0.4~1.6mm。

[0036] (7) 本发明的第2方式为一种车身构造部件的设计方法, 该车身构造部件沿着长度方向延伸, 在上述长度方向的至少一部分, 与上述长度方向垂直的截面具有: 最大曲率半径弯曲部, 是多个弯曲部中具有单位mm的最大的曲率半径R1的弯曲部; 基准平面部, 是平面部中具有单位mm的最长的截面长度 b_f 的平面部, 该平面部与上述最大曲率半径弯曲部相连, 且与和上述最大曲率半径弯曲部相连的端部相反侧的端部与曲率圆的中心和上述截面的图心相对于上述截面处于相同侧的上述弯曲部相连; 以及小曲率半径弯曲部, 具有上述最大曲率半径弯曲部的单位mm的曲率半径R1的50%以下的曲率半径R2, 上述小曲率半径弯曲部将穿过上述截面的形状的中心并且与上述基准平面部平行的直线即基准线夹在之间而配置在与上述基准平面部相反一侧, 在该车身构造部件的设计方法中, 将上述车身构造部件设计成满足下述(1)式~(3)式,

[0037] [数式5]

[0038] $\sigma_{cr} > \sigma_y \cdot \cdot \cdot (1)$ 式

[0039] [数式6]

[0040]
$$\sigma_{cr} = \frac{k\pi^2 Et^2}{12(1-\nu^2)b_f^2} \cdot \cdot \cdot (2)$$
 式

[0041] [数式7]

[0042]
$$k = 4.0 \exp\left(-28 \frac{R1t}{b_f b}\right) \cdot \cdot \cdot (3)$$
 式

[0043] 其中,

[0044] σ_{cr} : 上述基准平面部的单位MPa的弹性压曲应力

[0045] σ_y : 上述基准平面部的单位MPa的屈服应力

[0046] k: 压曲应力系数

[0047] E: 形成上述基准平面部的部分的单位MPa的杨氏模量

[0048] t: 形成上述基准平面部的部分的单位mm的板厚

[0049] ν : 形成上述基准平面部的部分的泊松比

[0050] b_f : 上述基准平面部的单位mm的截面长度

[0051] R1: 上述最大曲率半径弯曲部的单位mm的曲率半径

[0052] b: 沿着截面内的上述基准线的方向上的上述截面的单位mm的最大外形尺寸。

[0053] 发明的效果

[0054] 根据本发明, 能够提供能够确保较高的弯曲耐力的车身构造部件。

附图说明

[0055] 图1A是表示本发明的一个实施方式的构造部件1的立体图。

[0056] 图1B是图1A的A-A线的截面图。

[0057] 图2是表示变形例的车身构造部件1A的与长度方向垂直的截面的截面图。

[0058] 图3是表示变形例的车身构造部件1A'的与长度方向垂直的截面的截面图。

[0059] 图4是表示变形例的车身构造部件1A''的与长度方向垂直的截面的截面图。

[0060] 图5是表示变形例的车身构造部件1B的与长度方向垂直的截面的截面图。

[0061] 图6是表示变形例的车身构造部件1B'的与长度方向垂直的截面的截面图。

[0062] 图7是表示作为应用了构造部件的一例的汽车骨架的立体图。

[0063] 图8是示意性地表示实施例的车身构造部件的与长度方向垂直的截面的一例的图。

具体实施方式

[0064] 以下, 基于第1实施方式的车身构造部件以及第2实施方式的车身构造部件的设计方法, 对本发明进行详细说明。另外, 在本说明书以及附图中, 对于具有实质相同的功能构成的构成要素标注相同的符号, 由此省略重复说明。此外, 图中的各构成要素的尺寸、比例并不表示实际的各构成要素的尺寸、比例。

[0065] 在以下的说明中,将车身构造部件的材料轴向、即轴线延伸的方向称作长度方向。此外,有时将与长度方向垂直的方向中的沿着顶板部表面的方向称作宽度方向,将与长度方向以及宽度方向垂直的方向称作上下方向。

[0066] “截面长度”是指与车身构造部件的长度方向垂直的截面中的沿着周向的长度。

[0067] “图心”是指车身构造部件的与长度方向垂直的截面中的图心。将远离图心的方向定义为外侧方向,将朝向图心的方向定义为内侧方向。

[0068] “平面部”是指在车身构造部件的与长度方向垂直的截面中为直线状的部位,具体而言是指曲率半径比截面的最大外形尺寸大的部位。此外,在宽度方向或上下方向的相同位置上存在多个直线状的部位的情况下,将该多个直线状的部位统称为一个平面部。此外,最大外形尺寸是指,一个平面部的延长线与经由弯曲部而与该平面部相连地延伸的两个平面部的各延长线的交点之间的距离中的最长距离。

[0069] “弯曲部”是指,车身构造部件的与长度方向垂直的截面中的除了平面部之外的部位、即曲率半径为截面的最大外形尺寸以下的部位,且是朝车身构造部件的外侧方向或内侧方向凸出的圆弧状的部位。因而,圆角止端是指平面部与弯曲部的边界。

[0070] 弯曲部的曲率半径如以下那样得到。即,在车身构造部件的与长度方向垂直的截面中,求出如下这3个点:两个圆角止端、以及在表面中在弯曲部从上述两个圆角止端的点沿着上述表面位于等距离位置的弯曲中央点。根据这3个点通过公知的数学方法求出曲率,由此得到该弯曲部的曲率半径。另外,上述表面是板材的弯曲外侧的表面。对于平面部的曲率半径,也通过与弯曲部的曲率半径相同的计算方法来得到。

[0071] (第1实施方式)

[0072] 以下,对本发明的第1实施方式的车身构造部件1(以下,称作构造部件1)进行说明。

[0073] 图1A是将本实施方式的构造部件1作为一例而示出的立体图。构造部件1是车身的构造部件、换言之是骨架部件。车身例如是汽车的车身。

[0074] 如图1A所示,构造部件1是沿着长度方向延伸的中空筒状的部件。

[0075] 构造部件1能够通过钢板等板材应用公知的各种加工技术来形成。作为一例,可以通过冷或热冲压加工将坯料成型为规定的形状并将端部接合,由此形成构造部件1。

[0076] 在构造部件1中,后述的基准平面部13中的抗拉强度优选为1180MPa以上,更优选为1500MPa以上。

[0077] 另外,作为板材,从对构造部件1要求的冲击吸收特性、轻量化的观点出发,例如可以为0.4mm以上1.6mm以下的钢板。

[0078] 作为原料板的原料,除了钢之外,也可以是铝等金属。

[0079] 图1B表示构造部件1的长度方向中央部的与长度方向垂直的截面(图1A的A-A截面)。

[0080] 如图1B所示,构造部件1的与长度方向垂直的截面为,由4个弯曲部14和4个平面部12构成闭合截面。

[0081] 在本申请中,在与长度方向垂直的截面中,将具有最大曲率半径的弯曲部定义为“最大曲率半径弯曲部”。因而,在本实施方式的构造部件1中,图1B所示的4个弯曲部14中的具有单位mm的最大的曲率半径R1的弯曲部是最大曲率半径弯曲部11。

[0082] 最大曲率半径弯曲部11是如下部位:与平面部12相比,相对于由于压缩应力而引起的面外变形具有更高的刚性,由此相对于弯曲载荷具有更高的刚性,且难以弹性压曲。为了提高弯曲耐力,曲率半径R1优选为最大外形尺寸b的1/4以上。曲率半径R1也可以为15mm以上。

[0083] 另一方面,当曲率半径R1过大时,截面系数降低,无法得到优异的弯曲耐力。因此,曲率半径R1优选为最大外形尺寸b的1/2以下。

[0084] 此外,在本申请中,将如下的平面部中的截面长度大的平面部定义为“基准平面部”:与最大曲率半径弯曲部的两端的圆角止端分别相连,且与和上述最大曲率半径弯曲部相连的端部相反侧的端部与曲率圆的中心和上述截面的图心相对于上述截面处于相同侧的上述弯曲部相连。在本实施方式的构造部件1中,在两个平面部12中,与圆角止端Q1相连的平面部12的截面长度比与圆角止端Q2相连的平面部12的截面长度长。因而,在本实施方式的构造部件1中,与图1B所示的圆角止端Q1、Q2分别相连的两个平面部中的、与圆角止端Q1相连的平面部12为基准平面部13。基准平面部13是与最大曲率半径弯曲部11相连的两个平面部12中的容易产生由于弯曲载荷而引起的弹性压曲的平面部。因而,基准平面部13的截面长度 b_f 越小,越能够抑制基准平面部13附近的弹性压曲。因而,为了提高弯曲耐力,基准平面部13的截面长度 b_f 优选为,在板厚超过1.0mm且1.6mm以下时为45mm以下,在板厚超过0.8mm且1.0mm以下时为28.1mm以下,在板厚为0.8mm以下时为22.5mm以下。

[0085] 另一方面,当基准平面部13的截面长度 b_f 过小时,难以确保构造部件1整体的截面长度(整周长度),因此截面系数降低。为了确保作为构造部件1整体的弯曲耐力,基准平面部13的截面长度 b_f 优选为5mm以上。基准平面部13的截面长度 b_f 优选为,在板厚超过1.0mm且1.6mm以下时为22.5mm以下,在板厚超过0.8mm且1.0mm以下时为14.1mm以下,在板厚为0.8mm以下时为11.3mm以下。

[0086] 图1B所示的基准线L是穿过截面形状的图心P并且与基准平面部13平行的直线。在本实施方式的构造部件1中,在将基准线L夹在之间而与基准平面部13相反一侧,配置有具有最大曲率半径弯曲部11的曲率半径R1(mm)的50%以下的曲率半径R2(mm)的两个小曲率半径弯曲部15。小曲率半径弯曲部15是如下部位:与最大曲率半径弯曲部11相比,到两个圆角止端中的接近基准线L的一方的圆角止端的距离较大,且对弯曲刚性的贡献度较大的部位。构造部件1在受到基准平面部13成为弯曲内侧那样的弯曲载荷时,产生以基准线L为基准而基准平面部13所存在的区域成为压缩侧、其相反侧的区域成为拉伸侧的弯曲应力。另外,将受到成为弯曲内侧那样的弯曲载荷的基准平面部13称作载荷承受面。

[0087] 此外,小曲率半径弯曲部15具有最大曲率半径弯曲部11的单位mm的曲率半径R1的50%以下的曲率半径R2,由此能够在抑制压缩侧的弹性压曲的同时,作为截面整体能够确保较高的弯曲刚性。

[0088] 因而,本实施方式的构造部件1为,通过在假定由于碰撞等而输入弯曲载荷的部位设置基准平面部13,由此能够发挥优异的弯曲耐力。

[0089] 如上所述,本实施方式的构造部件1为,通过具有最大曲率半径弯曲部11和小曲率半径弯曲部15,由此能够确保较高的弯曲耐力。小曲率半径弯曲部15为,在将基准线L夹在之间而与基准平面部13相反一侧,离基准线L的距离越长,则弯曲耐力越大。

[0090] 此处,构造部件1在满足下述(1)式与(2)式的情况下,能够确保较高的弯曲耐力。

[0091] [数式8]

[0092] $\sigma_{cr} > \sigma_y \cdot \cdot \cdot (1)$ 式

[0093] [数式9]

[0094]
$$\sigma_{cr} = \frac{k\pi^2 E t^2}{12(1-\nu^2)b_f^2} \cdot \cdot \cdot (2)$$
 式

[0095] 其中,

[0096] σ_{cr} :基准平面部13的单位MPa的弹性压曲应力

[0097] σ_y :基准平面部13的单位MPa的屈服应力

[0098] k:压曲应力系数

[0099] E:形成基准平面部13的部分的单位MPa的杨氏模量

[0100] t:形成基准平面部13的部分的单位mm的板厚

[0101] ν :形成基准平面部13的部分的泊松比

[0102] b_f :基准平面部13的单位mm的截面长度。

[0103] (2)式表示基准平面部13的弹性压曲应力 σ_{cr} 。因而,可以说,通过满足(1)式、换言之之为基准平面部13的弹性压曲应力 σ_{cr} 大于屈服应力 σ_y ,由此能够不产生基准平面部13的弹性压曲而合理地灵活运用材料的强度特性,并能够确保较高的弯曲耐力。

[0104] (2)式是本发明人新发现了如下的关系性并导出的计算式:基准平面部13的杨氏模量E、板厚t以及泊松比 ν 越大、并且基准平面部13的截面长度 b_f 越小,则基准平面部13的弹性压曲应力 σ_{cr} 变得越大。

[0105] 此处,压曲应力系数k是由平板的压曲的微分方程式、以及通过满足该方程式的挠曲形式而求出的特征值来确定的值,通过下述(3)式求出。

[0106] [数式10]

[0107]
$$k = 4.0 \exp\left(-28 \frac{R1t}{b_f b}\right) \cdot \cdot \cdot (3)$$
 式

[0108] 其中,

[0109] R1:最大曲率半径弯曲部11的单位mm的曲率半径

[0110] b:沿着截面内的基准线L的方向上的上述截面的单位mm的最大外形尺寸。

[0111] 假设,在假想了最大曲率半径弯曲部的曲率半径为0mm ($R1=0$)的截面的情况下,在最大曲率半径弯曲部的定义上,该截面中的其他弯曲部的曲率半径也成为0mm。因而,基准平面部被曲率半径为0mm的棱线夹着,因此能够假定基准平面部的约束条件为旋转自如且平移固定的约束条件。在该情况下,压曲应力系数为4.0。

[0112] 但是,本发明人着眼于如下情况:如本实施方式的构造部件1那样,在为了提高轴向压缩耐力而在一定程度上将最大曲率半径弯曲部11的曲率半径R1设计得较大的情况下,与最大曲率半径弯曲部11邻接的基准平面部13的宽度方向的端部的平移未被完全固定。并且,本发明人发现:通过将基准平面部13的真正的压曲应力系数k设定得比4.0低,由此能够计算出更准确的弹性压曲应力 σ_{cr} 。

[0113] 本发明人基于该见解进一步进行了锐意研究,发现了压曲应力系数k与最大曲率半径弯曲部11的单位mm的曲率半径R1、形成基准平面部13的部位的单位mm的板厚t、基准平面部13的单位mm的截面长度 b_f 、以及截面内的基准线L的单位mm的长度存在相关关系,并导

出了(3)式。

[0114] 另外,在基准平面部的约束条件为旋转自如且平移自如时,压曲应力系数为0.425。因而,在根据(3)式求出的压曲应力系数k的值低于0.425的情况下,也可以将k的值设为0.425。

[0115] 另外,为了成为更可靠地防止弹性压曲的设计,优选弹性压曲应力 σ_{cr} 的90%的值大于屈服应力 σ_y 。即,构造部件1优选进一步满足下述(4)式。

[0116] [数式11]

[0117] $\sigma_{cr} \times 0.9 > \sigma_y \cdots (4)$ 式

[0118] 以上,对本发明的优选实施方式进行了详细说明。接下来,参照图7对本发明的构造部件的应用例进行说明。图7是表示作为应用构造部件的一例的汽车骨架2的图。构造部件能够作为驾驶室骨架或者冲击吸收骨架而构成汽车骨架2。

[0119] 本发明的构造部件的应用例,可举出顶棚中央加强件201、顶棚侧轨203、B柱207、侧边梁209、通道211、A柱下侧部件213、A柱上侧部件215、尾板加强件227、地板横梁229、底部加强件231、前窗眉233等。此外,作为冲击吸收骨架的本发明的构造部件的应用例,可举出后侧梁205、裙板上梁217、保险杠加强件219、溃缩盒221、前侧梁223等。除了上述之外,也可以对设置于汽车车门内部的作为加强件的车门防撞梁等应用本发明的构造部件。总之,只要是能够作用弯曲载荷的部位,就能够应用本发明的构造部件。

[0120] 如此,在将构造部件1作为车身的骨架部件使用的情况下,由于构造部件1具有较高的弯曲耐力,所以能够减少碰撞时的变形。此外,变形能力也提高,能够保护骨架内部。

[0121] 以上,对本发明的第1实施方式的构造部件1进行了说明,但本发明的技术范围并不限定于上述实施方式,能够在不脱离本发明的主旨的范围内施加各种变更。

[0122] (第1变形例)

[0123] 例如,上述构造部件1是与长度方向垂直的截面为筒状的闭合截面的部件,但也可以是图2所示的变形例的构造部件1A那样,与长度方向垂直的截面为大致帽形形状的开放截面的部件。

[0124] 具体而言,如图2所示,在构造部件1A中,与长度方向垂直的截面由4个弯曲部14A和5个平面部12A构成大致帽形的开放截面。有时将5个平面部12A中的一端成为自由端的平面部12A称作凸缘部,将经由弯曲部14A与凸缘部相连的平面部12A称作纵壁部,将在纵壁部中的与和凸缘部相连的端部相反侧的端部、经由弯曲部14A与该纵壁部相连的平面部12A称作顶板部。

[0125] 在构造部件1A的截面中,如图2所示,4个弯曲部14A中的具有单位mm的最大的曲率半径R1的弯曲部14A是最大曲率半径弯曲部11A。在构造部件1A中,4个弯曲部中的两个弯曲部14A的曲率半径成为最大,在该情况下,将上述两个弯曲部14A中的一个视为最大曲率半径弯曲部11。

[0126] 在与最大曲率半径弯曲部11A的端部的圆角止端Q1相连的平面部12A中,与和圆角止端Q1相连的端部相反侧的另一端,与曲率圆的中心和截面的图心P相对于截面处于相同侧的弯曲部14A相连。另一方面,在与最大曲率半径弯曲部11A的端部的圆角止端Q2相连的平面部12A中,与和圆角止端Q2相连的端部相反侧的另一端,与曲率圆的中心和截面的图心P相对于截面处于相反侧的弯曲部14A相连。因此,与最大曲率半径弯曲部11A的两端的圆角

止端Q1、Q2分别相连的平面部12A中的截面长度较大一方的平面部12A是基准平面部13A。换言之,基准平面部13A是与最大曲率半径弯曲部11A的圆角止端Q1相连的平面部12A。此外,在构造部件1A中,基准平面部13A是顶板部。图2所示的基准线L是穿过构造部件1A的与长度方向垂直的截面的截面形状的图心P并且与基准平面部13A平行的直线。在该构造部件1A中,在将基准线L夹在之间而与基准平面部13A相反一侧,配置有两个具有最大曲率半径弯曲部11A的单位mm的曲率半径R1的50%以下的曲率半径R2的小曲率半径弯曲部15A。小曲率半径弯曲部15A是与最大曲率半径弯曲部11A相比弯曲耐力更大的部位。因此,在构造部件1A受到弯曲载荷时,容易产生以基准线L为基准而基准平面部13A所存在的区域成为压缩侧、其相反侧的区域成为拉伸侧的弯曲应力。

[0127] 此外,小曲率半径弯曲部15A还是如下部位:通过具有最大曲率半径弯曲部11A的单位mm的曲率半径R1的50%以下的曲率半径R2,由此发挥优异的弯曲耐力。

[0128] 因而,构造部件1A通过在假定由于碰撞等而输入弯曲载荷的部位设置基准平面部13A,由此能够发挥优异的弯曲耐力。

[0129] 并且,在构造部件1A中,也与构造部件1相同,在满足上述(1)式~(3)式、优选满足上述(1)式~(4)式的情况下,能够确保较高的弯曲耐力。

[0130] 此外,如图3所示,在作为纵壁部的平面部12A'的截面长度比作为顶板部的平面部12A'的截面长度长的情况下,作为顶板部的平面部12A'也是基准平面部13A'。

[0131] 此外,本发明的构造部件也可以如图4所示的变形例的构造部件1A''那样,成为顶板部的平面部12A''的一部分具有凹部16。此处,也可以将配置在凹部16的宽度方向两侧的平面统一视为一个平面部12A''。此外,构成凹部16的弯曲部以及平面部不包含在本发明的弯曲部以及平面部中。

[0132] 如图4所示,在构造部件1A''中,与长度方向垂直的截面由4个弯曲部14A''和5个平面部12A''构成开放截面。在这种情况下,基准平面部13A''也是与最大曲率半径弯曲部11A''的圆角止端Q1相连的平面部12A''。图4所示的基准线L是穿过构造部件1A''的与长度方向垂直的截面的截面形状的图心P并且与基准平面部13A''平行的直线。在构造部件1A''中,在将基准线L夹在之间而与基准平面部13A''相反一侧,配置有两个具有最大曲率半径弯曲部11A''的单位mm的曲率半径R1的50%以下的曲率半径R2的小曲率半径弯曲部15A''。此外,在构造部件1A''中,也与构造部件1相同,在满足上述(1)式~(3)式、优选满足上述(1)式~(4)式的情况下,能够确保较高的弯曲耐力。但是,在顶板部具有凹部16的构造部件1A''中,将上述(4)式中的基准线L的长度 b_f 替换成距离 b'_f ,该距离 b'_f 是从基准平面部12A''中的与最大曲率半径弯曲部11A''相连的平面的圆角止端Q1到凹部16中的与最大曲率半径弯曲部11A''相连的平面的圆角止端Q3为止的距离。此外,在顶板部具有凹部16的构造部件1A''中,将上述(4)式中的沿着基准线L的方向上的上述截面的单位mm的最大外形尺寸 b 替换成距离 b' ,该距离 b' 是从与基准平面部12A''相连的凹部16中的沿着上下方向的平面部的延长线和基准平面部13A''的延长线的交点p1、到作为纵壁部的平面部12A''的延长线和基准平面部13A''的延长的交点p2为止的距离。

[0133] (第2变形例)

[0134] 进而,也可以如图5所示的变形例的构造部件1B那样,相对于作为凸缘部的平面部12B接合钢板100。

[0135] 此外,也可以如图6所示的变形例的构造部件1B'那样,代替钢板100而接合帽形部件100A等。

[0136] 具体而言,如图6所示,在构造部件1B'中,与长度方向垂直的截面由8个弯曲部14B'和10个平面部12B'构成闭合截面。

[0137] 在构造部件1B'的截面中,如图6所示,8个弯曲部14B'中的具有单位mm的最大的曲率半径R1的弯曲部14B'是最大曲率半径弯曲部11B'。在构造部件1B'中,8个弯曲部中的两个弯曲部14B'的曲率半径成为最大,在该情况下,将上述两个弯曲部14B'中的一个视为最大曲率半径弯曲部11B'。

[0138] 在与最大曲率半径弯曲部11B'的端部的圆角止端Q1相连的平面部12B'中,与和圆角止端Q1相连的端部相反侧的另一端,与曲率圆的中心和截面的图心P相对于该截面处于相同侧的弯曲部14B'相连。另一方面,在与最大曲率半径弯曲部11B'的端部的圆角止端Q2相连的平面部12B'中,与和圆角止端Q2相连的端部相反侧的另一端,与曲率圆的中心和截面的图心P相对于该截面处于相反侧的弯曲部14B'相连。因此,与最大曲率半径弯曲部11B'的两端的圆角止端Q1、Q2分别相连的两个平面部12B'中,与另一端朝与最大曲率半径弯曲部11B'相反侧(内侧方向)弯曲的弯曲部14B'相连的平面部12B'是基准平面部13B'。换言之,基准平面部13B'是与最大曲率半径弯曲部11B'的圆角止端Q1相连的平面部12B'。图6所示的基准线L是穿过构造部件1B'的与长度方向垂直的截面的截面形状的图心P并且与基准平面部13B'平行的直线。在该构造部件1B'中,在将基准线L夹在之间而与基准平面部13B'相反一侧,配置有两个具有最大曲率半径弯曲部11B'的单位mm的曲率半径R1的50%以下的曲率半径R2的小曲率半径弯曲部15B'。在该构造部件1B'中,小曲率半径弯曲部15B'是指,配置在将基准线L夹在之间而与基准平面部13B'相反一侧、且具有最大曲率半径弯曲部11B'的单位mm的曲率半径R1的50%以下的曲率半径R2的4个弯曲部14B'中的离基准线L的距离最远的两个弯曲部14B'的各自。

[0139] 第1实施方式的构造部件1、1A、1A'、1A''、1B、1B'具有遍及全长相同的截面形状,但也可以不具有遍及全长相同的截面形状,只要满足(1)式~(3)式、优选满足(1)式~(4)式的截面的部位存在于长度方向的全长的一部分即可。更优选为,满足(1)式~(3)式、优选满足(1)式~(4)式的截面的部位优选存在于长度方向的全长的50%以上,更优选为80%以上。

[0140] 第1实施方式的构造部件1具有一个最大曲率半径弯曲部11,但例如也可以如图2~6所示那样具有多个最大曲率半径弯曲部11。在该情况下,能够将任意一个视为最大曲率半径弯曲部11。

[0141] 第1实施方式的构造部件1具有两个小曲率半径弯曲部15,但只要具有至少一个小曲率半径弯曲部15即可。

[0142] 第1实施方式的构造部件1具有与最大曲率半径弯曲部11相连的两个平面部,但与最大曲率半径弯曲部11相连的平面部也可以为一个。即,最大曲率半径弯曲部11的一方的端部,可以与其他弯曲部直接相连、或者也可以成为自由端。在该情况下,与最大曲率半径弯曲部11相连的一个平面部是基准平面部13。

[0143] 本发明的第2实施方式是构造部件的设计方法。

[0144] 本实施方式的设计方法是第1实施方式的构造部件的设计方法,其将构造部件设

计成满足(1)式~(3)式。

[0145] 具体而言,为了满足(1)式~(3)式,通过进行构造部件的截面形状、材质的变更、并且进行加强部件的追加等设计变更,由此能够抑制设计所需要的成本。

[0146] (实施例)

[0147] 以下,通过实施例对本发明的效果更具体地进行说明。

[0148] 在实验No.1~9的各实验中,对于由板厚1.0mm、抗拉强度1180MPa、屈服应力 σ_y 943MPa、泊松比0.3、杨氏模量206000MPa的钢板成型、长度为184.0mm、具有相同截面的中空部件,进行数值分析并评价了弯曲耐力。

[0149] 如图8所示,实验No.1的与长度方向垂直的截面的形状,是外形(最大外形尺寸)b为46.0mm、4个角部的曲率半径均为2.0mm(即,最大的曲率半径 $R1=2.0\text{mm}$)的大致矩形的截面形状。

[0150] 在实验No.2~7中,对于实验No.1的中空部件的截面形状,使外形(最大外形尺寸)b固定,仅对于4个角部中的压缩侧的两个角部,将曲率半径变更为5.0mm、10.0mm、11.0mm、15.0mm、18.0mm以及20.0mm而进行数值分析,并评价了弯曲耐力。变更后的角部的曲率半径与最大的曲率半径 $R1$ 对应。此外,未变更曲率半径的角部的曲率半径与 $R2$ 对应。因此,在实验No.2~7中, $R2=2.0\text{mm}$ 。

[0151] 在实验No.8中,将最大的曲率半径 $R1$ 变更为18.0mm,将拉伸侧的两个角部的曲率半径 $R2$ 变更为8.5mm而进行数值分析。

[0152] 在实验No.9中,将最大的曲率半径 $R1$ 变更为18.0mm,将拉伸侧的两个角部的曲率半径 $R2$ 变更为9.5mm而进行数值分析。

[0153] 在各实验例中,对应于将最大外径尺寸b固定并且变更了压缩侧的两个角部的曲率半径的情况,基准平面 b_f 的长度成为分别不同的值。

[0154] 将4个弯曲部的曲率半径相等的实验No.1的弯曲耐力作为基准,将弯曲耐力大于实验No.1的弯曲耐力的情况评价为B,将其中弯曲耐力变得最大的情况评价为A,将弯曲耐力小于实验No.1的弯曲耐力的情况评价为C,将A和B设为合格基准。弯曲耐力通过以下的方法来计算。即,实施使部件端部旋转的纯弯曲分析而取得弯曲力矩M-弯曲角 θ 线图,并将弯曲角 θ 在 $0\text{rad} < \theta < 0.1\text{rad}$ 的范围内的弯曲力矩M的最大值设为弯曲耐力。弯曲角 θ 是部件的长度方向的两端处的变形前的部件的轴线与变形后的部件的轴线所成的角的角度。

[0155] 构成部件的要素使用壳要素,将要素类型设为完全积分要素,在板厚方向上设置5个积分点。将平面部的要素尺寸设为 $2.0\text{mm} \times 2.0\text{mm}$,将弯曲部的要素尺寸设为 $2.0\text{mm} \times 0.7\text{mm}$ 。将构成部件的材料的物理性质类型设为多直线近似各向同性弹塑性体,并定义了根据1180MPa级钢板的拉伸试验的结果而得到的等效应力-等效组成应变关系。该屈服应力为943MPa。在该分析中,忽略初始不精确来进行。

[0156] [表1]

[0157]

	σ_y [MPa]	R1 [mm]	R2/R1 [%]	k [-]	σ_{cr} [MPa]	$\sigma_{cr} \times 0.9$ [MPa]	(1)式 判定	(4)式 判定	弯曲 耐力	划分
No. 1	943	2.0	100	3.89	410	369	NG	NG	-	基准例
No. 2	943	5.0	40.0	3.68	528	475	NG	NG	C	比较例
No. 3	943	10.0	20.0	3.17	872	785	NG	NG	C	比较例
No. 4	943	11.0	18.2	3.03	978	880	OK	NG	B	本发明例
No. 5	943	15.0	13.3	2.26	1644	1480	OK	OK	A	本发明例
No. 6	943	18.0	11.1	1.34	2490	2241	OK	OK	B	本发明例
No. 7	943	20.0	10.0	0.53	2720	2448	OK	OK	B	本发明例
No. 8	943	18.0	47.2	1.34	2490	2241	OK	OK	B	本发明例
No. 9	943	18.0	52.8	1.34	2490	2241	OK	OK	C	比较例

[0158] 在实验No.2、3中,由于不满足(1)式,因此在基准平面部产生弹性压曲,无法实现较高的弯曲耐力。

[0159] 另一方面,在将最大曲率半径弯曲部的曲率半径R1的值设为11.0mm以上的实验No.4~8中,由于满足(1)式,因此不产生弹性压曲,在基准平面部能够确保与屈服应力相当的压缩应力,能够实现优异的弯曲耐力。

[0160] 尤其是,在将最大曲率半径弯曲部的曲率半径R1的值设为15.0mm的实验No.5中,由于在满足(1)式的基础上还满足(4)式,因此能够实现更优异的弯曲耐力。

[0161] 但是,在使最大曲率半径弯曲部的曲率半径R1的值增加到18.0mm以上的实验No.6~8中,由于截面系数减少,因此无法实现实验No.5那种程度的弯曲耐力。

[0162] 在实验No.9中,小曲率半径弯曲部的曲率半径R2相对于最大曲率半径弯曲部的曲率半径R1之比即R2/R1超过50%,因此在基准平面部产生弹性压曲,无法实现较高的弯曲耐力。

[0163] 产业上的可利用性

[0164] 根据本发明,能够提供能够确保较高的弯曲耐力、新颖且改良了的车身构造部件及其设计方法。

[0165] 符号的说明

[0166] 1、1A、1A'、1A''、1B、1B' 构造部件

[0167] 11、11A、11A''、11B、11B' 最大曲率半径弯曲部

[0168] 12、12A、12A''、12B、12B' 平面部

[0169] 13、13A、13A''、13B、13B' 基准平面部

[0170] 14、14A、14A''、14B、14B' 弯曲部

[0171] 15、15A、15A''、15B、15B' 小曲率半径弯曲部

[0172] 100 钢板

[0173] 100A 帽形钢板

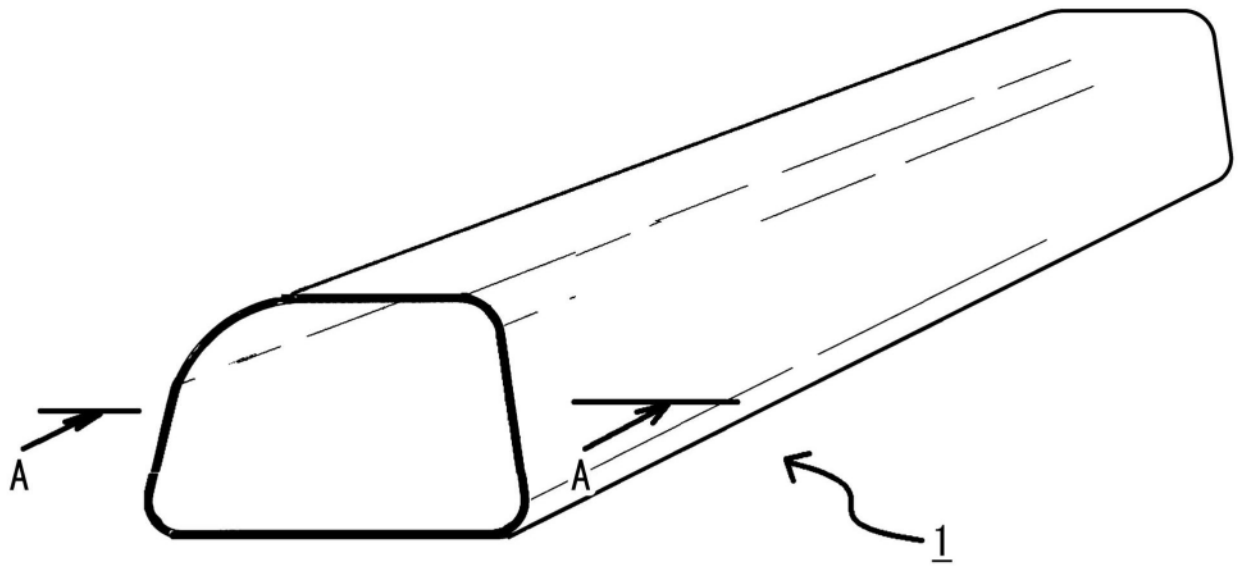
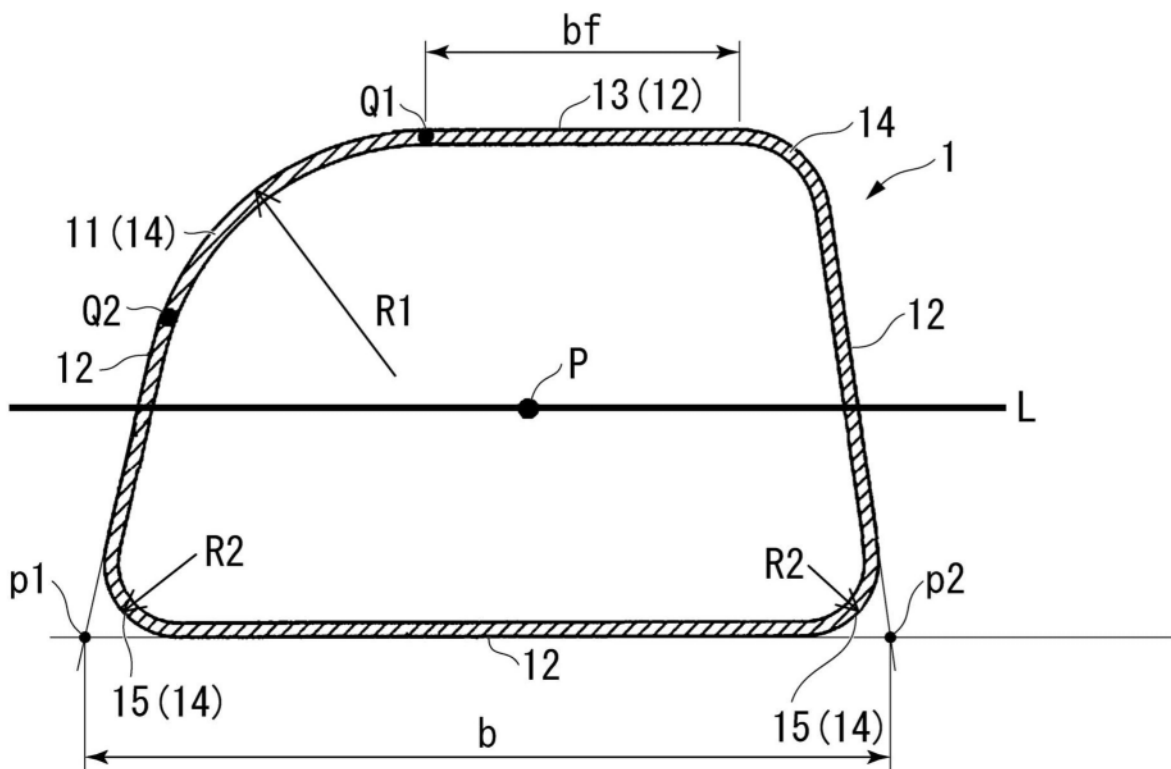


图1A

压缩侧



拉伸侧

图1B

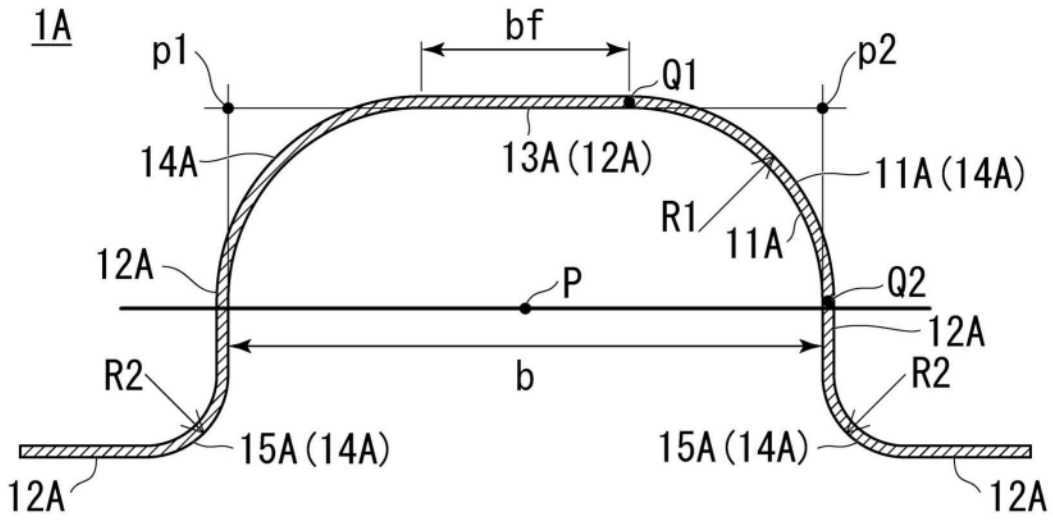


图2

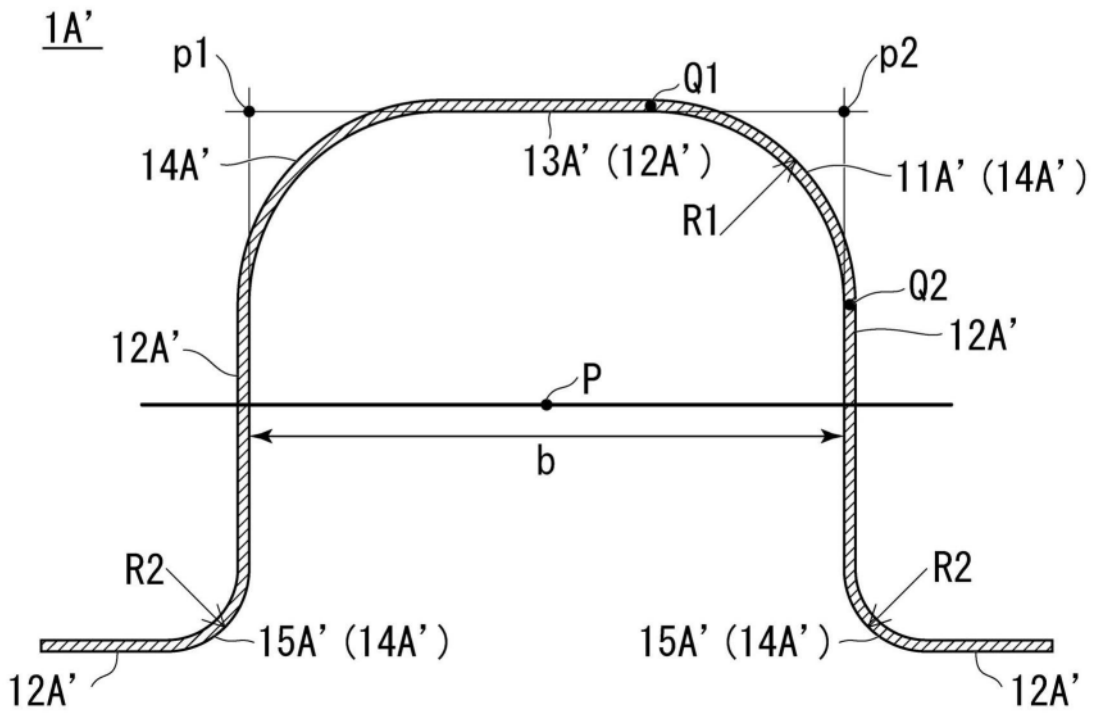


图3

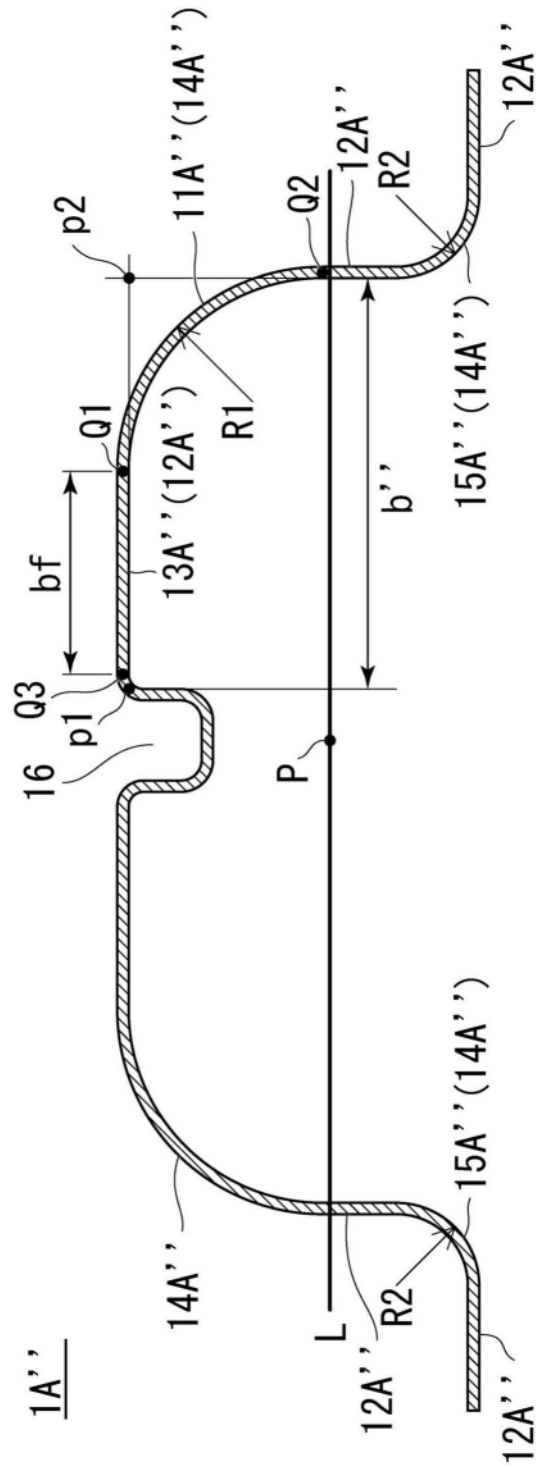


图4

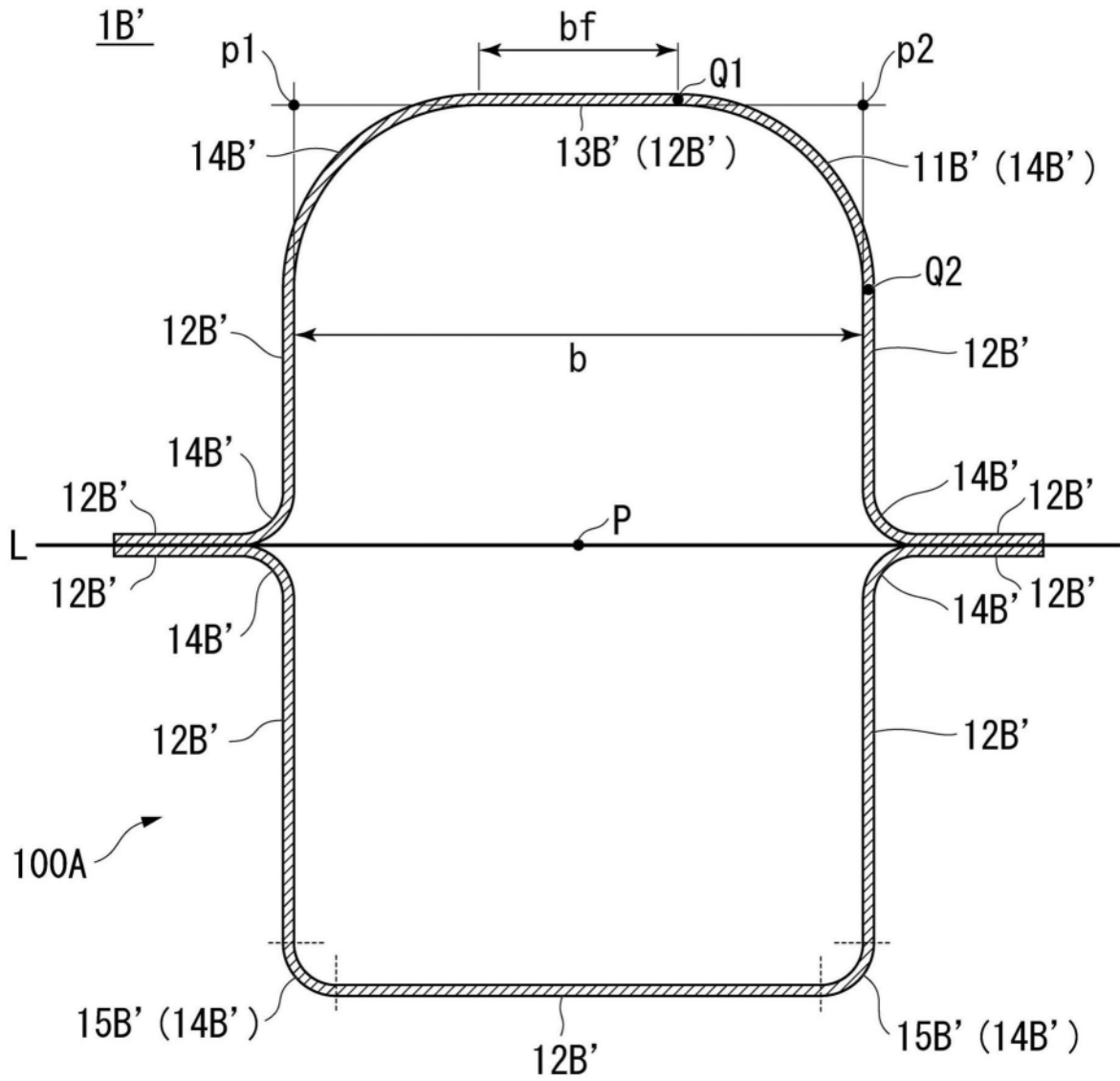


图6

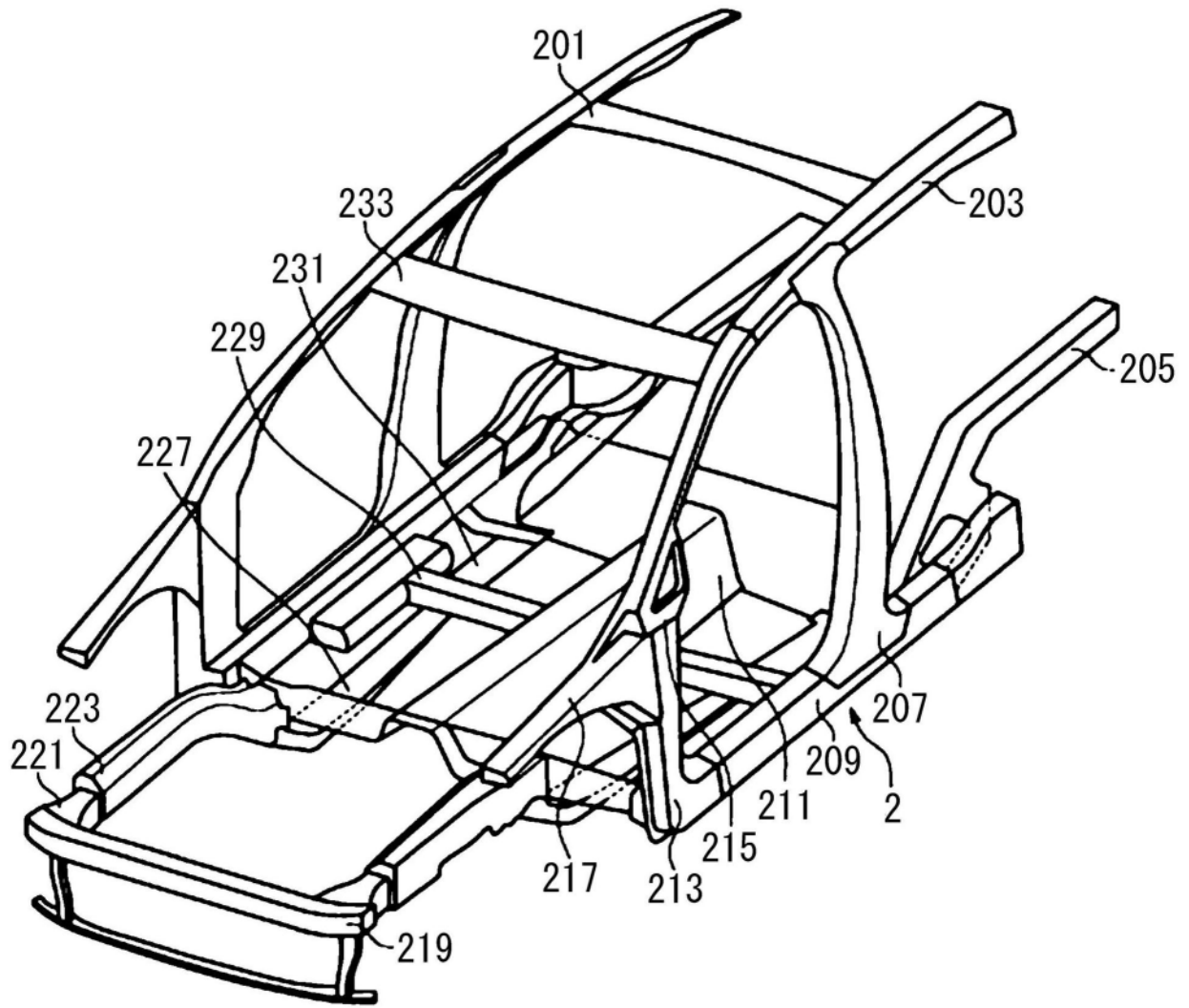


图7

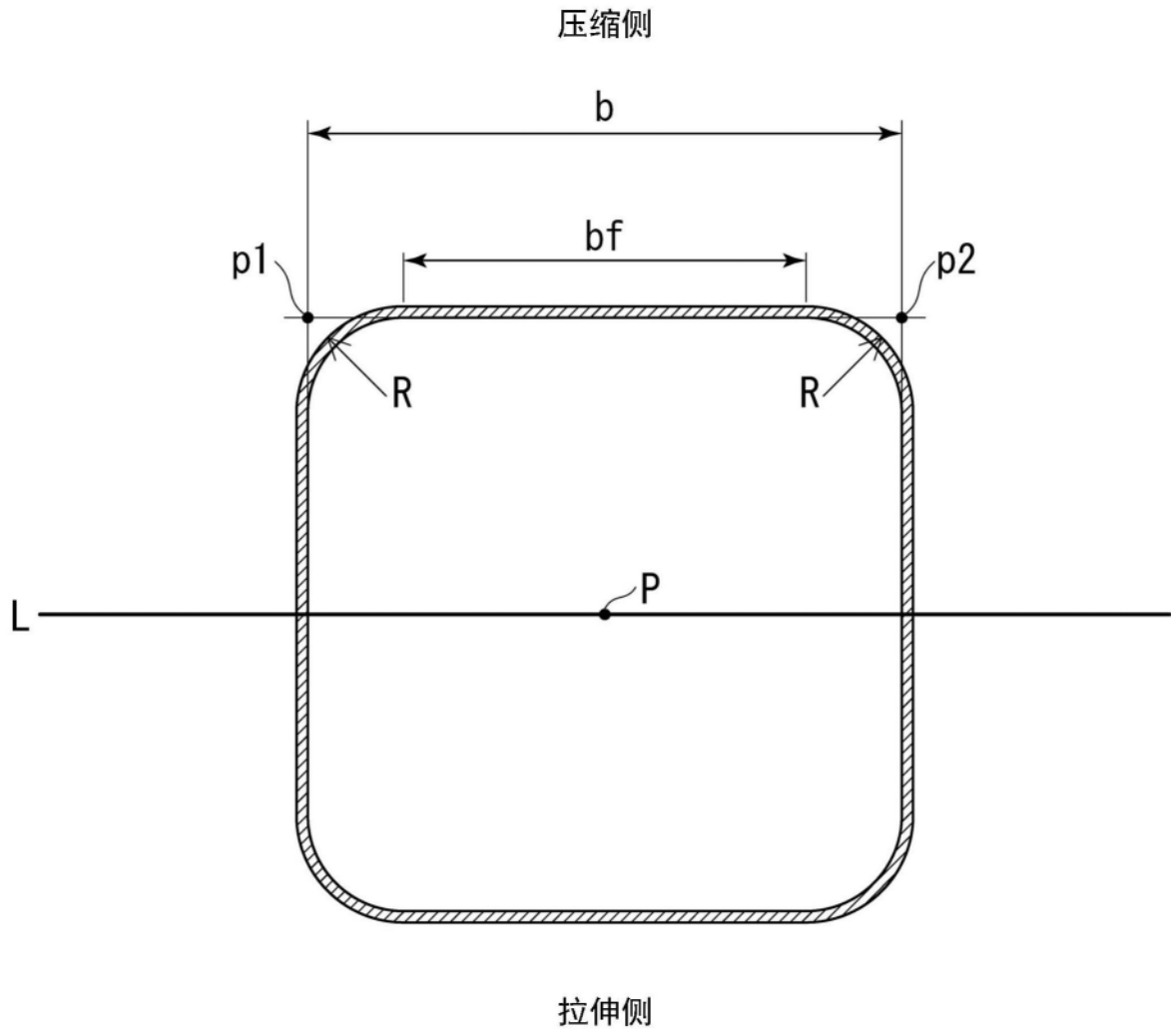


图8