[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
B62D 25/10 (2006.01)
B60R 21/34 (2006.01)

[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200780007733.6

[43] 公开日 2009 年 3 月 25 日

[11] 公开号 CN 101395057A

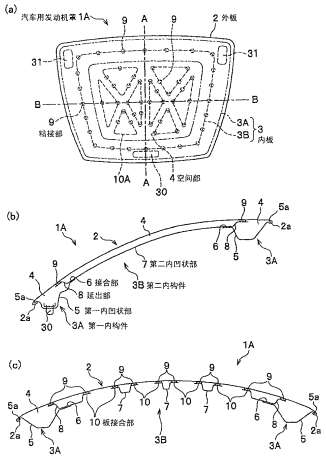
[22] 申请日 2007.3.13
[21] 申请号 200780007733.6
[30] 优先权
[32] 2006. 3.15 [33] JP [31] 070530/2006
[86] 国际申请 PCT/JP2007/054992 2007.3.13
[87] 国际公布 WO2007/105735 日 2007.9.20
[85] 进入国家阶段日期 2008.9.3
[71] 申请人 株式会社神户制钢所
地址 日本兵库县
[72] 发明人 石飞秀树
[74] 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司
代理人 汪惠民
权利要求书 2 页 说明书 18 页 附图 17 页

[54] 发明名称

汽车用发动机罩

[57] 摘要

本发明提供一种具备外板(2)和内板(3)的汽车用发动机罩(1A)，其特征在于，内板(3)由与外板(2)接合的框状的第一内构件(3A)和配置于第一内构件(3A)的框内侧的第二内构件(3B)构成，第一内构件(3A)具备外侧缘部(5a)、形成空间部(4)的第一内凹状部(5)和内侧缘部(5b)，第二内构件(3B)包括：具有与第一内构件(3A)接合的接合部(6)，并且还形成空间部(4)的第二内凹状部(7)；板接合部(10)，其在成为板中央侧的位置接合于外板(2)；延出部(8)，其延伸到第一凹状部(5)内而与外板(2)接合。



1．一种汽车用发动机罩，其将外板的周缘部与内板的周缘部接合，并且具有在两板的周缘部彼此接合时在两板的规定位置之间隔有空间部的截面结构，其特征在于，

所述内板由第一内构件和第二内构件构成，所述第一内构件与所述外板的周缘部接合，呈框状且截面形状为凹状，所述第二内构件配置于所述第一内构件的框内侧，一侧接合于该第一内构件，另一侧接合于所述外板，

所述第一内构件包括：外侧缘部，其与所述外板的周缘部接合；第一内凹状部，其与所述外侧缘部连续形成，并在该第一内凹状部与所述外板之间形成所述空间部；内侧缘部，其与所述第一内凹状部连续形成，并接合于所述第二内构件，

所述第二内构件包括：第二内凹状部，其具有与所述第一内构件的内侧缘部接合的接合部，并且在该第二内凹状部与所述外板之间形成所述空间部；板接合部，其在比所述接合部更靠板中央侧的位置接合于所述外板；延出部，其与所述接合部连续形成，且延出到所述第一凹状部内而与所述外板接合。

2．一种汽车用发动机罩，其将外板的周缘部与内板的周缘部接合，并且具有在两板的周缘部彼此接合时在两板的规定位置之间隔有空间部的截面结构，其特征在于，

所述内板由第一内构件和第二内构件构成，所述第一内构件与所述外板的周缘部的一部分接合，且截面形状为凹状，所述第二内构件配置于比所述第一内构件更靠板中央侧，并与该第一内构件及所述外板接合，

所述第一内构件包括：外侧缘部，其与所述外板的周缘部的一部分接合；第一内凹状部，其与所述外侧缘部连续形成，并在该第一内凹状部与所述外板之间形成所述空间部；内侧缘部，其与所述第一内凹状部连续形成，并接合于所述第二内构件，

所述第二内构件包括：第二内凹状部，其具有与所述第一内构件的内侧缘部接合的接合部，并且在该第二内凹状部与所述外板之间形成所述空间部；缘部，其与所述第二内凹状部连续形成，且与所述外板的其他的剩

余的周缘部接合；板接合部，其在比所述接合部更靠板中央侧的位置接合于所述外板；延出部，其与所述接合部连续形成，且延出到所述第一内凹状部内而与所述外板接合。

3．根据权利要求 1 或 2 所述的汽车用发动机罩，其特征在于，

所述第二内构件的延出部从所述接合部以规定宽度延伸出。

4．根据权利要求 1 或 2 所述的汽车用发动机罩，其特征在于，

所述第二内构件具备凸缘部，该凸缘部从所述延出部以规定角度立起并连续形成，且向所述外板的周缘部侧延伸出。

汽车用发动机罩

技术领域

本发明涉及一种汽车用发动机罩。

背景技术

近年，汽车事故的行人保护被法规化，行人保护性能正作为汽车用发动机罩的等级的指标逐渐被关注。一方面，汽车由于发动机的高输出化，发动机逐渐大型化，并且，由于多功能化使得发动机室内的部件也逐渐增加，因此，行人保护所需的发动机罩下的空间也变小。因此，为兼顾轻便的设计和行人保护性能，能用小的空间有效地吸收碰撞能量的汽车用发动机罩的开发尤为重要。

作为所述的汽车用发动机罩，在日本特开 2000－168622 号公报（权利要求 1、图 1～图 6）中记载了一种汽车用发动机罩，其具有的发动机罩构造是在内板和外板接合时在两板之间具有隔着空间部的截面结构。另外，还记载了为了形成所述空间，在内板上形成了深度不同的多个凹坑（dimple）的发动机罩结构。

图 13、图 16、图 17 表示具有与日本特开 2000－168622 号公报记载的发动机罩结构类似的发动机罩结构的汽车用发动机罩的示例。

如图 13（a）～（c）所示，汽车用发动机罩（梁型发动机罩结构）21A 由外板 22 和内板 23 构成，所述外板 22 具有规定的曲率，所述内板 23 在周缘部具有凹状部 25，在中央部具有在板平面方向的纵、横、斜方向上适当交叉或大致平行、或扇状延伸的多个梁 26，并且，在梁 26 间具有修整后的欠缺部 26A，该汽车用发动机罩 21A 通过折边（hem）加工使外板 22 的周缘部和内板 23 的凹状部 25 的端部结合，获得隔着空间部 24 的截面结构。另外，在梁 26 的侧壁顶部上以规定间隔配置粘接部 27，通过该粘接部 27 粘接梁 26 和外板 22 的背面。并且，汽车用发动机罩 21A 的作为加强构件的锁定加强件 30 和铰接加强件 31 接合在凹状部 25 上。

如图 16（a）～（c）所示，汽车用发动机罩（锥型发动机罩结构）21B 由外板 22 和内板 23 构成，所述外板 22 具有规定的曲率，所述内板 23 在周缘部具有凹状部 25，在中央部具有规则配置的多个锥状凸部 28，该汽车用发动机罩 21B 通过折边加工使外板 22 的周缘部和内板 23 的凹状部 25 的端部接合，获得隔着空间部 24 的截面结构。另外，在凸部 28 的顶部上配置粘接部 27，通过该粘接部 27 粘接凸部 28 和外板 22 的背面。并且，汽车用发动机罩 21B 的作为加强构件的锁定加强件 30 和铰接加强件 31 被接合在凹状部 25。

如图 17（a）～（c）所示，汽车用发动机罩（波状加强筋（bead）型发动机罩结构）21C 由外板 22 和内板 23 构成，所述外板 22 具有规定的曲率，所述内板 23 在周缘部具有凹状部 25，在中央部具有沿车前后方向平行配置的多个波状加强筋 29，该汽车用发动机罩 21C 通过折边加工使外板 22 的周缘部和内板 23 的凹状部 25 的端部接合，获得隔着空间部 24 的截面结构。另外，在波状加强筋 29 的顶部上以规定的间隔配置有粘接部 27，通过该粘接部 27 粘接波状加强筋 29 和外板 22 的背面。并且，汽车用发动机罩 21C 的作为加强构件的锁定加强件 30 和铰接加强件 31 接合于凹状部 25。

另外，汽车用发动机罩的行人保护性能，通常用头部伤害值（以下简称 HIC 值）评价，HIC 值可由下式（1）（任意时间内的平均加速度的 2.5 次幂与发生时间的积的最大值）获得。并且，HIC 值越小，行人保护性能越优良。

【式 1】

$$HIC = (t2-t1)\left[\ 1/(t2-t1)\int_{t1}^{t2} a\,dt\ \right]^{2.5}_{max} \cdots(1)$$

这里，a 是头部重心的 3 轴合成加速度（单位 G），t1、t2 是在 0<t1<t2 的时间 t 中 HIC 值最大的时间，计算时间（t2－t1）设定为 15msec 以下。

图 14（a）是示意地表示现有的汽车用发动机罩（参照梁型发动机罩结构 21A、图 13（a）～（c））的头部碰撞的说明图，图 14（b）是表示头部碰撞时的加速度 a 和时间 t 的关系的说明图、图 14（c）是表示加速

度 a 与行程（头部碰撞时向发动机室内的头部侵入位移量）S 的关系的说明图。如图 14（b）、（c）所示，行人的头部碰撞到汽车用发动机罩时的加速度通常大致分为：头部碰撞汽车用发动机罩而产生的一次碰撞加速度，和其后的汽车用发动机罩 21A 接触发动机室内的内置零件所产生的二次碰撞加速度。此外，在图 16（a）～（c）的汽车用发动机罩（锥型发动机罩结构）21B、图 17（a）～（c）的汽车用发动机罩（波状加强筋型发动机罩结构）21C 中，一次碰撞加速度和二次碰撞加速度的大小关系有差异，但是，表示与图 14（b）、（c）同样的加速度 a 和时间 t 之间的关系，以及加速度 a 和行程 S 之间的关系。

另一方面，汽车用发动机罩也必须满足拉伸刚性、耐凹性、弯曲刚性、扭转刚性等以往所要求的基本性能。为抑制在涂蜡（ワックスがけ）或锁定汽车用发动机罩之际压入时的弹性变形，需要一定的拉伸刚性，拉伸刚性由外板的拉伸弹性模量和板厚、及外板与内板的接合位置（在图 13、图 16、图 17 中是粘接部 27 的粘接位置）决定。为抑制由飞石等留下的塑性变形而需要一定的耐凹性，耐凹性受外板的耐力和板厚的影响。为了抑制由锁定汽车用发动机罩时的牵引力与由缓冲橡胶、减振撑条、密封橡胶等的反作用力所引起的汽车用发动机罩的周缘部的弹性变形，需要一定的弯曲刚性，弯曲刚性受汽车用发动机罩周缘部的内板及加强件的形状（截面惯性矩）、拉伸弹性模量影响。扭转刚性受汽车用发动机罩周缘部的弯曲刚性和内板中央部的板厚及形状的影响。

汽车用发动机罩必须满足这些基本性能和行人保护性能这两方面，但是，由于处于汽车用发动机罩和发动机等的结构物之间的汽车用发动机罩下方的空间受到限制，仅为满足基本性能而设计材质、板厚、形状的发动机罩不能满足行人保护性能的情况较多。

并且，如图 14（b）、（c）所示，在所述现有的汽车用发动机罩 21A、21B、21C 中，在汽车用发动机罩下的空间小的情况下，由于二次碰撞产生的加速度比一次碰撞产生的加速度大，持续时间也长，因此，二次碰撞的加速度对用上式（1）计算的 HIC 值带来不良影响（没有达到满足 HIC 值的水平）。另外，尤其在要求弯曲刚性的汽车用发动机罩 21A、21B、21C 的周缘部，必须增大内板 23 的凹状部 25 及加强件 30、31 的截面惯性矩，

并且，还需要确保拉伸刚性，所以凹状部 25 不易压溃变形。因此，产生不能降低二次碰撞时的加速度，不能提高行人保护性能的问题。

作为用汽车用发动机罩的发动机罩结构来解决该问题的一个对策，充分确保一次碰撞时的能量吸收量，降低二次碰撞的加速度。作为用于实现上述对策的方法，虽然考虑了增加板厚，但是如图 15（a）所示，当增加外板 22 的板厚时，出现了折边加工时的折边部 22A 上产生裂纹，且折边部 22A 的圆角变大，产生不美观等问题。

另一方面，如图 15（b）所示，当增加内板 23 的周缘部（凹状部 25）的板厚时，由于压溃变形负载增大，因此，与发动机等结构物即内置零件的二次碰撞 G 增大，结果是 HIC 值反而恶化。特别是，由于周缘部的凹状部 25 要求有高的弯曲刚性，因此，即使在增大板厚的情况下，也不能减少凹状部 25 的截面高度 h，由此，如图 15（c）、（d）所示，出现了虽然一次碰撞时的能量吸收量增加，但是二次碰撞时的加速度急剧上升，行程减少，引起 HIC 值恶化的问题。此外，在图 15（c）、（d）中，虚线表示使用利用了没有增加周缘部（凹状部 25）的板厚的内板的汽车用发动机罩的情况。

作为用于提高行人保护性能的另一的对策，保持或增大一次碰撞时的能量吸收量，同时，降低发动机罩的压溃变形载荷，并降低二次碰撞时的加速度。为实现上述对策，如图 15（e）所示，考虑了如下方法：将内板 23 的周缘部（凹状部 25）的形状做成容易压溃的形状，具体而言，使内板 23 的凹状部 25 的形状垂下（使凹状部 25 的侧壁的倾斜角度 θ1、θ2 变平缓）。但是，在该方法中，为确保汽车用发动机罩的弯曲刚性，由于不能减小凹状部 25 的截面，因此接合（粘接）外板 22 和内板 23 的间隔 L 扩大，外板 22 的弹性变形量 D 变大，因此出现外板 22 的拉伸刚性不足的问题。

发明内容

本发明是为解决上述问题而提出的，其目的在于提供一种汽车用发动机罩，尤其是提供一种在满足汽车用发动机罩的周缘部所要求的基本性能的同时，行人保护性能优良的汽车用发动机罩。

为解决上述课题，技术方案 1 的发明中的汽车用发动机罩，其将外板的周缘部与内板的周缘部接合，并且具有在两板的周缘部彼此接合时在两板的规定位置之间隔有空间部的截面结构，其构成为，所述内板由第一内构件和第二内构件构成，所述第一内构件与所述外板的周缘部接合，呈框状且截面形状为凹状，所述第二内构件配置于所述第一内构件的框内侧，一侧接合于该第一内构件，另一侧接合于所述外板，所述第一内构件包括：外侧缘部，其与所述外板的周缘部接合；第一内凹状部，其与所述外侧缘部连续形成，并在该第一内凹状部与所述外板之间形成所述空间部；内侧缘部，其与所述第一内凹状部连续形成，并接合于所述第二内构件，所述第二内构件包括：第二内凹状部，其具有与所述第一内构件的内侧缘部接合的接合部，并且在该第二内凹状部与所述外板之间形成所述空间部；板接合部，其在比所述接合部更靠板中央侧的位置接合于所述外板；延出部，其与所述接合部连续形成，且延出到所述第一凹状部内而与所述外板接合。

根据上述构成，通过使内板（第一内构件）的第一内凹状部的截面惯性矩（截面的大小）与现有的汽车用发动机罩相等，可确保弯曲刚性。此时，使第一内凹状部成为垂下形状。因此，在头部碰撞时，一次碰撞的能量吸收量增大，另外，由于发动机罩的压溃变形载荷变小，也能确保行程，因此，能降低二次碰撞加速度。并且，由于向第一内凹状部内延伸出的第二内构件的延出部与外板接合，由此，在外板的周缘部，接合（粘接）外板与内板（第二内构件）的间隔不会扩大，能确保外板的拉伸刚性。

另外，技术方案 2 的发明中的汽车用发动机罩，其将外板的周缘部与内板的周缘部接合，并且具有在两板的周缘部彼此接合时在两板的规定位置之间隔有空间部的截面结构，其构成为，所述内板由第一内构件和第二内构件构成，所述第一内构件与所述外板的周缘部的一部分接合，且截面形状为凹状，所述第二内构件配置于比所述第一内构件更靠板中央侧，并与该第一内构件及所述外板接合，所述第一内构件包括：外侧缘部，其与所述外板的周缘部的一部分接合；第一内凹状部，其与所述外侧缘部连续形成，并在该第一内凹状部与所述外板之间形成所述空间部；内侧缘部，其与所述第一内凹状部连续形成，并接合于所述第二内构件，所述第二内

构件包括：第二内凹状部，其具有与所述第一内构件的内侧缘部接合的接合部，并且在该第二内凹状部与所述外板之间形成所述空间部；缘部，其与所述第二内凹状部连续形成，且与所述外板的其他的剩余的周缘部接合；板接合部，其在比所述接合部更靠板中央侧的位置接合于所述外板；延出部，其与所述接合部连续形成，且延出到所述第一内凹状部内而与所述外板接合。

根据上述构成，与技术方案 1 的作用合并，在制作内板时，不需要将第一内构件形成为框状，可降低构件使用量，实现轻型化。

另外，技术方案 3 的发明中的汽车用发动机罩构成为，所述第二内构件的延出部从所述接合部以规定宽度延伸出。

根据上述构成，第二内构件的延出部的面积变小，可实现第二内构件的轻型化。

另外，技术方案 4 的发明中的汽车用发动机罩构成为，所述第二内构件具备凸缘部，该凸缘部从所述延出部以规定角度立起并连续形成，且向所述外板的周缘部侧延伸出。

根据上述构成，在头部碰撞时，由于可进一步增大在一次碰撞时的能量吸收量，因此，能够进一步降低二次碰撞加速度。

附图说明

图 1（a）是表示汽车用发动机罩的构成的俯视图，图 1（b）是图 1（a）的 A－A 线端面图，图 1（c）是图 1（a）的 B－B 线端面图。

图 2 是图 1 的汽车用发动机罩的分解立体图。

图 3（a）是图 1 的第一内凹状部的放大端面图，图 3（b）是图 1 的第二内凹状部的放大端面图。

图 4（a）是第一、第二内构件的模式俯视图，图 4（b）是其他的第 1 内构件的模式俯视图。

图 5（a）是表示延出部的方式的图 1（a）的 B－B 线的局部截面立体图，图 5（b）是表示图 5（a）的汽车用发动机罩的、头部碰撞时的加速度与行程之间的关系的说明图。

图 6（a）是表示延出部的其他方式的局部截面立体图，图 6（b）是

表示图 6（a）的汽车用发动机罩的、头部碰撞时的加速度与行程之间的关系的说明图。

图 7（a）是表示延出部的其他方式的局部截面立体图，图 7（b）是表示图 7（a）的汽车用发动机罩的、头部碰撞时的加速度与行程之间的关系的说明图，图 7（c）是头部碰撞时的加速度与时间之间的关系的说明图。

图 8（a）是表示第二内构件的其他方式的局部端面图，图 8（b）是表示图 8（a）的汽车用发动机罩的、头部碰撞时的加速度与行程之间的关系的说明图。

图 9（a）是表示第二内构件的其他方式的局部端面图，图 9（b）是表示图 9（a）的汽车用发动机罩的、头部碰撞时的加速度与行程之间的关系的说明图，图 9（c）是图 9（a）的头部碰撞时的加速度与时间之间的关系的说明图。

图 10（a）是表示汽车用发动机罩的其他方式的俯视图，图 10（b）是图 10（a）的 A－A 线端面图，图 10（c）是图 10（a）的 B－B 线端面图。

图 11（a）是表示汽车用发动机罩的其他方式的俯视图，图 11（b）是图 11（a）的 A－A 线端面图，图 11（c）是图 11（a）的 B－B 线端面图。

图 12（a）是示意地表示汽车用发动机罩的其他方式的俯视图，图 12（b）～图 12（h）是示意地表示内板的其他方式的俯视图，图 12（i）是图 12（a）的 C－C 线端面图，图 12（j）是图 12（a）的 D－D 线端面图。

图 13（a）是表示现有的汽车用发动机罩的构成的俯视图，图 13（b）是图 13（a）的 A－A 线端面图，图 13（c）图 13 是（a）的 B－B 线端面图。

图 14（a）是模式地表示现有的汽车用发动机罩的头部碰撞的说明图，图 14（b）是表示头部碰撞时的加速度与时间之间的关系的说明图，图 14（c）是加速度 a 与行程之间的关系的说明图。

图 15（a）、图 15（b）是表示现有的汽车用发动机罩的对策例的第一内凹状部的端面图，图 15（c）是表示图 15（b）的汽车用发动机罩在头部碰撞时的加速度与时间之间的关系的说明图，图 15（d）是表示图 15（b）

的头部碰撞时的加速度与行程之间的关系的说明图，图 15（e）是表示现有的汽车用发动机罩的其他对策例的第一内凹状部的端面图。

图 16（a）是表示现有的汽车用发动机罩的其他方式的构成的俯视图，图 16（b）是图 16（a）的 A－A 线端面图，图 16（c）是图 16（a）的 B－B 线端面图。

图 17（a）是表示现有的汽车用发动机罩的其他方式的构成的俯视图，图 17（b）是图 17（a）的 A－A 线端面图，图 17（c）是图 17（a）的 B－B 线端面图。

具体实施方式

[第一实施方式]

参照附图对本发明的汽车用发动机罩的第一实施方式进行详细说明。并且，在一部分附图中没有记载外板及内板（第一、第二内构件）的厚度，用线表示。

如图 1、图 2 所示，本发明的汽车用发动机罩 1A 具备如下截面结构：接合外板 2 和内板 3，且在两板 2、3 接合时在两板 2、3 的规定位置之间隔有空间部 4。

〈外板〉

外板 2 优选具有规定曲率，用轻型高张力的金属制板材构成，金属为钢、或 3000 系、5000 系、6000 系或 7000 系的铝合金。另外，外板 2 的板厚优选例如为钢板时在 1.1mm 以下，为铝合金时为 1.5mm 以下。并且，外板 2 可以由树脂制、碳纤维制的板材构成。

另外，外板 2 在其周缘部，通过用折边加工等实现的嵌合、粘接、钎焊等与后述的内板 3 的周缘部接合，获得在外板 2 和内板 3 之间隔有空间部 4 的截面结构。

〈内板〉

内板 3 由第一内构件 3A 与第二内构件 3B 构成，所述第一内构件 3A 与外板 2 的周缘部接合，呈框状，且截面形状为凹状；所述第二内构件 3B 配置于第一内构件 3A 的框内侧，一侧接合于第一内构件 3A，另一侧接合于外板 2。第一内构件 3A 与第二内构件 3B 优选由轻型且高张力的金属制

板材构成，金属为钢、或3000系、5000系、6000系或7000系的铝合金。

（第一内构件）

如图1、图3（a）所示，第一内构件3A包括：外侧缘部5a，其与外板2的周缘部2a接合；第一内凹状部5，其与外侧缘部5a连续形成，在与外板2之间形成空间部4；内侧缘部5b，其与第一内凹状部5连续形成，并接合于后述的第二内构件3B。这里，周缘部2a和外侧缘部5a的接合优选为机械接合，例如，通过折边加工接合，但是，也可以用焊接、树脂层等实现接合。另外，内侧缘部5b与第二内构件3B（接合部6）的接合优选用焊接实现接合，但是，也可以用机械接合、树脂层等进行粘接。

如图3（a）所示，第一内构件3A的板厚T1尤其优选通过基于使用汽车用发动机罩1A的汽车车型决定的外板2的弯曲刚性来选择，且其合适值在铝合金的情况下为0.7～1.5mm，在钢板的情况下为0.5～1.1mm。当板厚T1达不到下限值时，容易使汽车用发动机罩的弯曲刚性不足，当板厚T1超过上限值时，由于压溃变形负载增大，因此，行人保护性能容易下降。此外，也可以仅用第一内构件3A来确保弯曲刚性，虽然也可以省略锁定加强件30（参照图1（a）、（b）），但是，此时的板厚T1优选为比所述进一步增大的板厚，在为铝合金板的情况下优选为1.5～3.5mm，在为铜板的情况下优选为1.2～2.5mm。

第一内构件3A的第一内凹状部5的形状影响汽车用发动机罩1A的刚性、行人保护性能，另外，决定第一内凹状部5的形状的截面高度H1、H2的合适值优选为：5mm＜H1＜60mm、10mm＜H2＜80mm、20mm＜H1+H2＜120mm。当截面高度H1、H2为下限值以下时，汽车用发动机罩1A的弯曲刚性容易不足，当截面高度H1、H2为上限值以上时，由于第一内构件3A接触于发动机等结构物即内置零件的时间提前，因此，二次碰撞加速度增大，HIC值容易变大（行人保护性能容易降低）。另外，第一内凹状部5的形状通过在后述的第二内构件3B上设置延出部8，与外板2接合，使得即使是具有同等的截面惯性矩的第一内凹状部5，也能获得凹状部的高度低，斜面（侧壁）的倾斜角度小，即垂下形状。

如图4（a）所示，第一内构件3A由在板材中央部有欠缺部的框状的板材构成。并且，欠缺部的面积S1形成为比第二内构件3B的面积S2小

的面积。其结果，不能将欠缺部构件作为第二内构件 3B 使用，造成欠缺部构件的浪费。为解决这种问题，如图 4（b）所示，第一内构件 3A 优选使用通过焊接等接合四个构件 3a、3b、3c、3d 而成的拼焊板材（テーラドブランク材）。通过使用拼焊板材，不会发生欠缺部的浪费，能够降低制造成本。

（第二内构件）

如图 1、图 3（a）、图 3（b）、图 5（a）所示，第二内构件 3B 包括：第二内凹状部 7，其具有通过焊接等与第一内构件 3A 的内侧缘部 5a 接合的接合部 6，并且在其与外板 2 之间形成空间部 4；板接合部 10，其在比接合部 6 更靠板中央侧的位置接合于外板 2；延出部 8，其与接合部 6 连续形成，且延出到第一内凹状部 5 内而与外板 2 接合。

第二内凹状部 7 由在第二内构件 3B 的表面上沿纵、横、斜方向适当交叉或大致平行地延伸的凹状的梁形成，在梁之间形成有修整（去肉）了的欠缺部 10A（参照图 1（a））。并且，在第二内凹状部 7（凹状梁）的端面形成有成为板接合部 10 的肋部。另外，板接合部 10 与后述的延出部 8 一起，通过由树脂层等构成的粘接部 9 粘接（接合）到外板 2 上，在外板 2 与第二内构件 3B 之间形成空间部 4。接合方法并不限定于通过粘接部 9 粘接，还可以利用机械接合、焊接等进行接合。并且，利用第二内构件 3B 的梁的形成方式（欠缺部 10A 的形状）并不限定于图 1（a）记载的形成方式，可以适当变更。

第二内构件 3B 具备延出部 8，该延出部 8 与接合部 6 连续形成，且延出到第一内凹状部 5 内，并通过粘接部 9 与外板 2 粘接（接合），由此可提高外板 2 的拉伸刚性，并且，可以设计为使第一内凹状部 5 的形状具有必要的弯曲刚性，且降低了压溃变形载荷的行人保护性能优良的垂下形状。另外，延出部 8 的粘接（接合）位置，即，距离外板 2 的周缘部 2a 的间隔 L（参照图 3（a））通过基于使用汽车用发动机罩 1A 的车型而不同的外板 2 的拉伸刚性来选择，其合适值优选 250mm 以下。并且，如图 5（a）所示，延出部 8 可以在从接合部 6 以规定角度延出到第一内凹状部 5 内的倾斜面上以规定间隔设置凸状的加强筋部 8a，并可以在与外板 2 粘接的平面上将凹状的台阶部 8b 设置在粘接部 9 之间。通过设置这样的加强

筋部 8a、台阶部 8b，可提高延出部 8 的形状稳固性，并且，容易控制头部碰撞时的变形载荷。

如图 3(b)所示，第二内构件 3B 的板厚(第二内凹状部 7 的板厚 T2)、形状（第二内凹状部 7 的高度 H3）对由头部碰撞时头部与汽车用发动机罩的相对速度差所产生的惯性力有影响。因此，通过使板厚、形状合适化，能够使一次碰撞时的加速度变大，确保足够的能量吸收量，可提高汽车用发动机罩的行人保护性能。

对于第二内构件 3B（第二内凹状部 7）的板厚 T2 的合适值，当第二内构件 3B 为铝合金板的情况下为 0.3～2.7mm，当是钢板的情况下为 0.4～1.0mm。当板厚 T2 达不到下限值时，容易出现难以进行第二内构件 3B 的冲压成形或轧制的情况，当超过上限值时，一次碰撞的 HIC 值容易超过基准值（HIC 值=1000）。此外，在用铝合金、钢以外的金属制作第二内构件 3B 时，与使用的金属的比重成反比例来决定板厚 T2 的上限值。

对于第二内构件 3B 的形状(第二内凹状部 7 的凹状部的截面高度 H3）的合适值，在第二内构件 3B 为铝合金制板材、钢制板材的情况下为 3～30mm。当截面高度 H3 达不到下限值时，即使所述板厚 T2 设定为上限值，也容易使第二内凹状部 7 带来的刚性的提高效果变小。其结果是在头部碰撞时，仅碰撞位置的附近变形，应力没有向碰撞位置的周围扩散，因此，第二内构件 3B 的质量难以作为惯性力有效作用，不能确保一次碰撞时足够的能量吸收量且 HIC 值容易恶化。另外，当截面高度 H3 超过上限值时，也由于汽车用发动机罩下方的空间，第二内构件 3B 碰撞到发动机等结构物即内置零件的时间容易提前，二次碰撞加速度容易增大且 HIC 值容易恶化。

在第二内构件 3B 的板厚 T2、截面高度 H3 这双方都接近上限值的情况下，通过用第二内凹状部 7 的斜面的倾斜角度调整压溃变形载荷，能够防止 HIC 值恶化，但是，外板 2 和内板 3（第二内构件 3B）的接合（粘接）间隔 L 容易扩大，难以确保外板 2 的拉伸刚性。因此，在板厚 T2、高度 H3 中的某一个接近上限值的情况下，优选将另一个设定为远离上限值的值。

如上所述，本发明的汽车用发动机罩 1A 通过使外板 2 的周缘部 2a 与

内板 3 的周缘部 5a 接合，在两板 2、3 的规定位置之间形成由第一内凹状部 5（第一内构件 3A）及第二内凹状部 7（第二内构件 3B）形成的空间部 4，并且还具备通过粘接部 9 将板接合部 10 和延出部 8 粘接（接合）到外板 2 上的截面结构，其中所述板接合部 10 形成于第二内凹状部 7 的端面，所述延出部 8 形成于第二内构件 3B 的周缘部（参照图 1（b）、图 1（c）、图 5（a））。

（提高行人保护性能的机构）

在汽车用发动机罩 1A 中，通过具备所述的截面结构，头部碰撞时的加速度可获得图 5（b）的实线所示那样的加速度推移。如图 5（b）所示，在汽车用发动机罩 1A 中，与现有的汽车用发动机罩 21A 相比，一次碰撞时的加速度增大，且一次碰撞时的能量吸收量增大。另外，汽车用发动机罩 1A 的压溃变形量增大、压溃余量变小，行程增大。其结果是二次碰撞时的加速度减少。根据上述这样的加速度推移，通过所述的式（1）计算的作为行人保护性能的指标的 HIC 值由于任意时间内的平均加速度减少而变小。因此，可知汽车用发动机罩 1A 的行人保护性能提高。

（确保刚性的机构）

如图 1（b）、图 1（c）所示，在汽车用发动机罩 1A 中，利用由第一内构件 3A 的第一内凹状部 5 及第二内构件 3B 的延出部 8 形成的空间部 4 可确保发动机罩的截面部面积，因此，可获得发动机罩所必须的弯曲刚性、扭转刚性。与此同时，通过粘接部 9 将内板 3（第二内构件 3B）的延出部 8 接合（粘接）到外板 2 上，通过使该接合（粘接）位置配置在外板 2 的外周侧，由此可获得发动机罩所必须的拉伸刚性、耐凹性。

下面，参照附图对本发明的汽车用发动机罩 1A 的变形例进行说明。并且，在一部分附图中没有记载内板及外板（第一、第二内构件）的厚度，用线表示。

（延出部的变形例）

在图 5（a）中表示了汽车用发动机罩 1A 的延出部 8 与第二内构件 3B（接合部 6）的周缘部的全周连续形成的示例，但是并不限定为形成于周缘部的全周的方式，例如，也可以是延出部不在周缘部的拐角部形成的方式。另外，例如，如图 6（a）所示，当可充分确保汽车用发动机罩下的空

间时，也可以采用如下所述的汽车用发动机罩 1B，其将从第二内构件 3B 的接合部 6 以规定宽度（能确保粘接部 9 的规定宽度 La、例如 15mm）延出的延出部 8 以规定间隔 Lb（例如，100～300mm）配置于周缘部的全周。如图 6（b）所示，在该汽车用发动机罩 1B 中，由于能充分确保发动机罩下的空间，因此，能充分确保头部碰撞时的行程 S，并可维持低的二次碰撞加速度。其结果是 HIC 值也变低。另外，在汽车用发动机罩 1B 中，由于也通过粘接部 9 将延出部 8 接合（粘接）到外板（未图示）上，因此，能充分确保外板的拉伸刚性。

相反，如图 7（a）所示，在汽车用发动机罩下的空间小，头部碰撞时的二次加速度容易增大的情况下，优选汽车用发动机罩 1C，该汽车用发动机罩 1C 从第二内构件 3B 的延出部 8 以规定的角度立起形成，具备向外板（未图示）的周缘部侧，即与外板周缘部接合的第一内构件 3A 的外侧缘部 5a 侧延出的凸缘部 11。这里，凸缘部 11 的形状优选形成为在头部碰撞的变形时不与第一内构件 3A 干涉的形状。如图 7（b）、图 7（c）的实线所示，在该汽车用发动机罩 1C 中，在头部碰撞时，与不具备凸缘部的汽车用发动机罩 1A 相比，可增大在一次碰撞时的能量吸收量，并降低了二次碰撞加速度，HIC 值也变低。另外，凸缘部 11 或延出部 8 还可以具有部分地从其端面向车宽度方向或车前后方向延出，且与第一内构件 3A（第一内凹状部 5）接合（粘接）的脚部 11a 或脚部 11b。通过具有这样的脚步 11a、11b，可提高第二内构件 3B 的组装特性，并且可防止凸缘部 11 碰到外板（未图示）的内面侧而对外板造成损伤。

（第二内构件的板厚的变形例）

本发明的汽车用发动机罩还可以根据汽车用发动机罩的必要性能，将第二内构件 3B 的板厚 T2（参照图 3（b））决定为不同于第一内构件的板厚。例如，在能充分确保汽车用发动机罩下（内板下）的空间 SP 的情况下，如图 8（a）所示，优选的是使第二内构件 3B（第二内凹状部 7）的板厚减少（相比于未图示的第一内构件的板厚减少）的汽车用发动机罩 1D。如图 8（b）实线所示，在该汽车用发动机罩 1D 中，由于与所述的汽车用发动机罩 1A 相比，在头部碰撞时第二内凹状部 7 的压溃变形载荷变小，因此发动机罩变形量变大，行程也变大。其结果是二次加速度不会增加，

HIC 值也不会恶化。此外，由于板厚减少，还可以实现汽车用发动机罩 1D 的轻型化。

相反，如图 9（a）所示，在汽车用发动机罩下的空间 SP 小的情况下，优选汽车用发动机罩 1E，其增加（相比于未图示的第一内构件板厚增加）第二内构件 3B（第二内凹状部 7）的板厚，并且使第二内凹状部 7 的高度减小，使凹状部的斜面的倾斜角度变平缓（呈垂下形状）。如图 9（b）、图 9（c）的实线所示，在该汽车用发动机罩 1E 中，与所述的汽车用发动机罩 1A 及现有例 21A 相比，在头部碰撞时，一次碰撞的能量吸收量增大。并且，通过使第二内凹状部 7 的形状垂下，压溃变形载荷变小，并且内板（第二内构件 3B）碰撞到内置零件的时间（P1、P2、P3）滞后。其结果是由于行程增大，使得二次加速度降低，HIC 值也降低。

（第二内凹状部的变形例）

如图 10（a）～图 10（c）所示，本发明的汽车用发动机罩也可以采用如下所述的汽车用发动机罩 1F，其在第二内构件 3B 的表面上，以规定间隔（80～210mm）配置多个锥状的凸部（圆锥台状，底面直径 60～180mm），将形成在该凸部之间的凹部作为第二内凹状部 7。汽车用发动机罩 1F 的凸部高度优选为 3～30mm。当凸部底面的直径、凸部间隔、凸部高度在所述范围之外时，汽车用发动机罩 1F 的刚性、行人保护性能容易降低。

另外，只要是能够满足汽车用发动机罩 1F 的刚性、行人保护性能的等级，则对应于发动机罩下的空间、或配置于发动机罩下的内置零件的刚性，还可以使用具有大小数种的高度的凸部。另外，凸部的直径（底面的直径）、凸部间隔也并不是仅为同一直径、同一间隔，也可以设定不同直径、不同间隔。

并且，在汽车用发动机罩 1F 中，将凸部的顶部作为板接合部 12，在该板接合部 12 上配置树脂层等粘接部 9，通过该粘接部 9 将外板 2 与第二内构件 3B（内板 3）接合（粘接），由此，在两板 2、3 之间形成有空间部 4。

本发明的汽车用发动机罩也可以为如下所述的汽车用发动机罩 1G，如图 11（a）～图 11（c）所示，在第二内构件 3B 的表面上，相互大致平行地配置朝向第二内构件 3B（内板 3）的车前后方向（A—A 线方向）的多根

波状加强筋（凸部），并将形成于该波状加强筋（凸部）之间的凹部作为第二内凹状部 7。并且，优选通过波状加强筋（凸部）和第二内凹状部 7，在车宽度方向（B－B 线方向）上具有以正弦波状或正弦 n 次幂波状连续的截面形状，并优选其波的高度为 3～30mm、波长为 80～220mm。当波的高度、波长在所述范围以外时，汽车用发动机罩 1G 的刚性、行人保护性能容易降低。

另外，只要是能够满足汽车用发动机罩 1G 的刚性、行人保护性能的等级，则波状加强筋的配置方向不限于相对于车前后方向（A－A 线方向）平行，例如，可以为倾斜的，也可以是相对于第二内构件 3B 的大致中心的包括椭圆状等在内的同心圆状。并且，也可以将两种波状加强筋相互平行、正交、或呈 V 字状（U 字状）地配置在车前后方向或宽度方向上，成为二重波状。而且，波状加强筋的宽度（波长）在图 11（a）中也在规定范围内变化，但也可以以同一宽度形成。

并且，在汽车用发动机罩 1G 中，将波状加强筋的顶部作为板接合部 13，在该板接合部 13 上配置树脂层等粘接部 9，通过该粘接部 9 将外板 2 与第二内构件 3B（内板 3）接合（粘接），由此，在两板 2、3 之间形成空间部 4。

在所述的汽车用发动机罩 1F（参照图 10（a）～图 10（c））或汽车用发动机罩 1G（参照图 11（a）～图 11（c））中，第二内构件 3B 可以用设有多个用于吸音的孔的多孔板构成。

根据如上所述，在第一实施方式的汽车用发动机罩中，可获得如下效果。

由于内板由框状的第一内构件和第二内构件这两个部件构成，第一内构件具备第一内凹状部，第二内构件具备第二内凹状部和板结合部及延出部，因此，在满足作为汽车用发动机罩的基板性能（拉伸刚性、耐凹性、弯曲刚性、扭转刚性等）的同时，在汽车用发动机罩的中央部及周缘部，HIC 值变小，行人保护性能优良。另外，由于可以根据汽车用发动机罩的必要性能将第二内构件的材质、板厚决定为不同于第一内构件的材质、板厚，因此，用于使行人保护性能达到最佳的设计自由度增加。

另外，第二内构件的延出部以规定宽度构成，其面积变小，因此可实

现汽车用发动机罩的轻型化，并且，产品成本降低。

并且，由于第二内构件具有从延出部延出的凸缘部，所以 HIC 值变得更小，行人保护性能更加优良。

[第二实施方式]

下面，参照附图对本发明的第二实施方式进行说明。并且，对于已经说明的相同的构成，标以相同符号并省略其说明。

如图 12（a）、图 12（i）、图 12（j）所示，与第一实施方式同样，本发明的汽车用发动机罩 1H 也具备如下截面结构：将外板 2 与内板（第一内构件 3A、第二内构件 3B）接合，并且在两板接合时在规定位置之间隔有空间部 4。

〈外板〉

外板 2 在其周缘部，通过基于折边加工等实现的嵌合与后述的内板的周缘部接合，获得在外板 2 和内板的规定位置之间隔着空间部 4 的截面结构。这里，外板 2 的材质、板厚与所述第一实施方式相同。

〈内板〉

内板由第一内构件 3A（在图 12（a）中，配置于车前后方向的前方侧）和第二内构件 3B 构成，所述第一内构件 3A 与外板 2 的周缘部的一部分（在图 12（a）中的一边）接合且截面形状为凹状，所述第二内构件 3B 配置于比第一内构件 3A 更靠板中央侧，并接合于第一内构件 3A，并且与外板 2（在图 12（a）中，外板 2 的板中央部及周缘部的剩余三边）接合。这里，内板的材质、板厚与所述第一实施方式相同。

（第一内构件）

第一内构件 3A 包括：外侧缘部 5a，其与外板 2 的周缘部 2a 的一部分（图 12（a）中为一边）接合；第一内凹状部 5，其与外侧缘部 5a 连续形成，并在与外板 2 之间形成空间部 4；内侧缘部 5b，其与第一内凹状部 5 连续形成，并接合于第二内构件 3B。这里，周缘部 2a 与外侧缘部 5a 接合、内侧缘部 5b 与第二内构件 3B（接合部 6）的接合、第一内构件 3A 的板厚以及第一内凹状部 5 的形状（截面高度）与所述第一实施方式相同。

（第二内构件）

第二内构件 3B 包括：第二内凹状部 7，其具有与所述第一内构件 3A

的内侧缘部 5b 接合的接合部 6，并且在其与外板 2 之间形成空间部 4；缘部 10a，其与第二内凹状部 7 连续形成，且与外板 2 的其他的剩余的周缘部 2a（在图 12（a）中，没有接合第一内构件 3A 的周缘部的三边）接合；板接合部（未图示，由于与第一实施方式同样，因此参照图 1（c）、图 10（c）、图 11（c）），其在比接合部 6 更靠板中央侧的位置接合于所述外板 2；延出部 8，其与接合部 6 连续形成，且延出到第一内凹状部 5 内而与外板 2 接合。

这里，外板 2 的周缘部 2a 与缘部 10a 的接合优选为机械接合，例如，通过折边加工接合，但是，也可以通过焊接、树脂层等实现接合。另外，板接合部、延出部 8 与外板 2 的接合、延出部 8 的粘接位置、第二内构件 3B 的板厚、第二内凹状部 7 的形状（截面高度）与所述第一实施方式相同。并且，作为第二内凹状部 7，可以为在第一实施方式所记载的、由凹状梁、锥状凸部、波状加强筋形成的凹状部中的任一个（参照图 1、图 10、图 11）。

如上所述，在汽车用发动机罩 1H 中具有如下特征，构成内板的第一内构件 3A 和第二内构件 3B 被接合配置成由两内构件 3A、3B 的周缘部这两者与外板 2 的周缘部接合，第一内构件 3A 不具有框形状。在所述第一实施方式的汽车用发动机罩 1A～1G 中，仅框形状的第一内构件 3A 与外板 2 的周缘部接合。

作为这样的两内构件 3A、3B 的接合位置，并不限定于图 12（a）记载的接合配置，也可以为如下的接合配置。图 12（b）～图 12（h）为内板（第一内构件 3A、第二内构件 3B）的变形例，省略外板 2 的记载。

图 12（b）表示在配置于车前后方向的后方侧（驾驶席侧）的长方形的第一内构件 3A 上接合了第二内构件 3B 的内板，其中，外板的周缘部的一边接合第一内构件 3A，剩余的周缘部的三边接合第二内构件 3B。

图 12（c）、图 12（d）表示在配置于车前后方向的前后侧、或配置于车宽度方向的两侧的两个长方形的第一内构件 3A 上接合了第二内构件 3B 的内板，其中，外板的周缘部的两边接合第一内构件 3A，剩余的周缘部的两边接合第二内构件 3B。

图 12（e）、图 12（f）表示在配置于车前后方向的前方侧或后方侧的コ字状的第一内构件 3A 上接合了第二内构件 3B 的内板，其中，外板的周

缘部的三边接合第一内构件3A，剩余的周缘部的一边接合第二内构件3B。另外，作为コ字状的第一内构件3A，可以使用通过焊接等接合了三个长方形的第一内构件的拼焊板材。

图12（g）、图12（h）表示在配置于车前后方向的前方侧或后方侧，及配置于车宽度方向的两侧的三个长方形的第一内构件3A上接合了第二内构件3B的内板，其中，外板的周缘部的三边接合第一内构件3A，剩余的周缘部的一边接合第二内构件3B。

与所述第一实施方式同样，汽车用发动机罩1H可以为具备规定宽度的延出部8（参照图6（a））的汽车用发动机罩。另外，也可以为具备从延出部8立起形成的凸缘部11（参照图7（a））的汽车用发动机罩。并且，也可以为第二内构件3B的板厚与第一内构件3A的板厚不同的汽车用发动机罩。此外，在使用多个第一内构件3A（参照图12（c）、图12（d）、图12（g）、图12（h））的情况下，各自的板厚可以不同。

根据以上所述，在第二实施方式的汽车用发动机罩中，能够获得如下效果。

由于第一内构件没有形成为框状，第一内构件的材料没有浪费，因此与所述第一实施方式的效果合并，可降低汽车用发动机罩的产品成本。

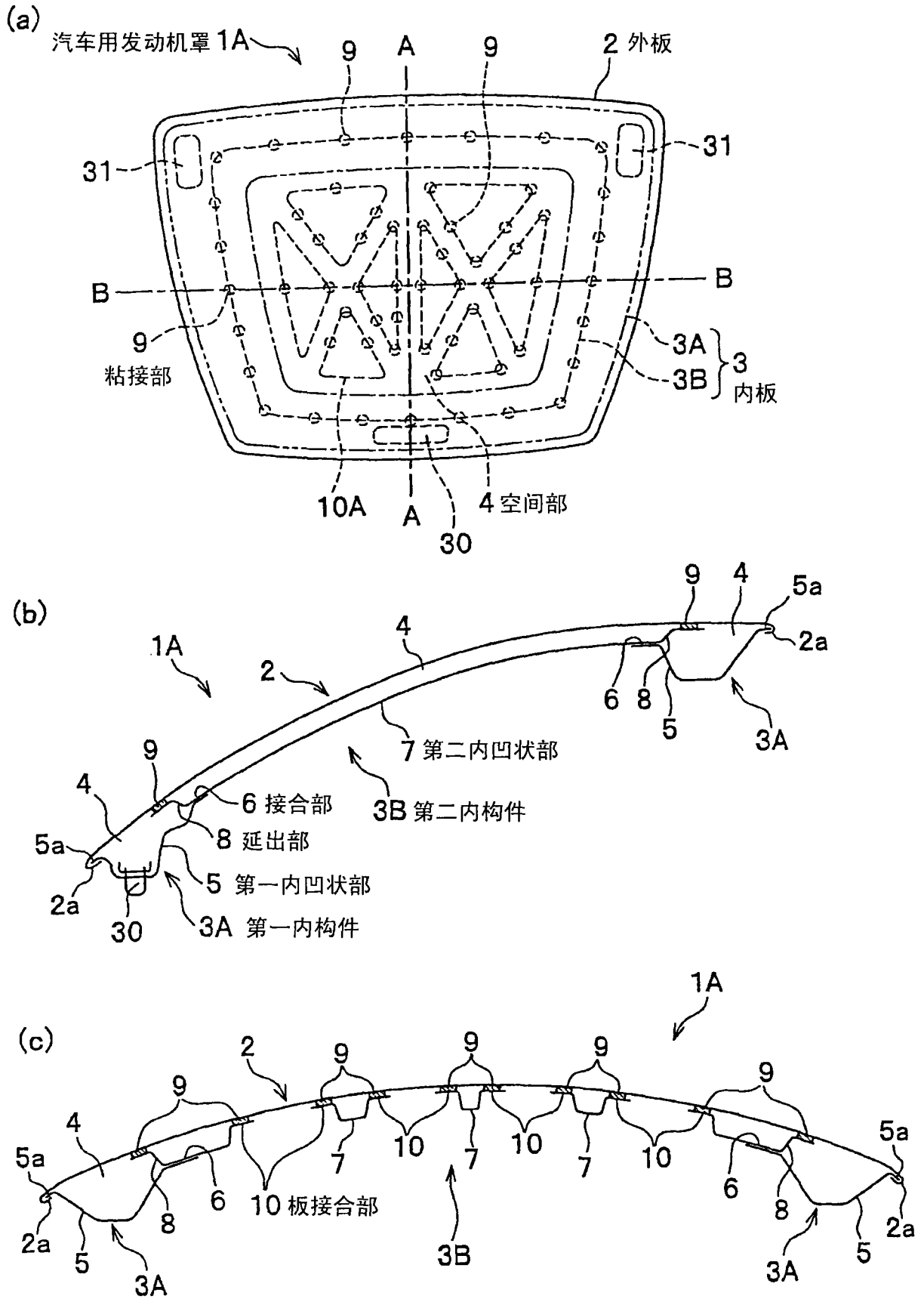

(a)
汽车用发动机罩 1A
9
A
9
2 外板
31
31
B
B
9
粘接部
3A
3B
3
内板
10A
A
30
4 空间部
(b)
9
4
5a
2a
1A
4
2
6
8
5
3A
7 第二内凹状部
9
4
6 接合部
3B 第二内构件
8 延出部
5a
5 第一内凹状部
2a
30
3A 第一内构件
(c)
1A
2
9
9
9
9
9
4
5a
7
10
7
10
7
10
6
5a
8
6
10 板接合部
8
2a
2a
5
3A
3B
3A
5

图 1

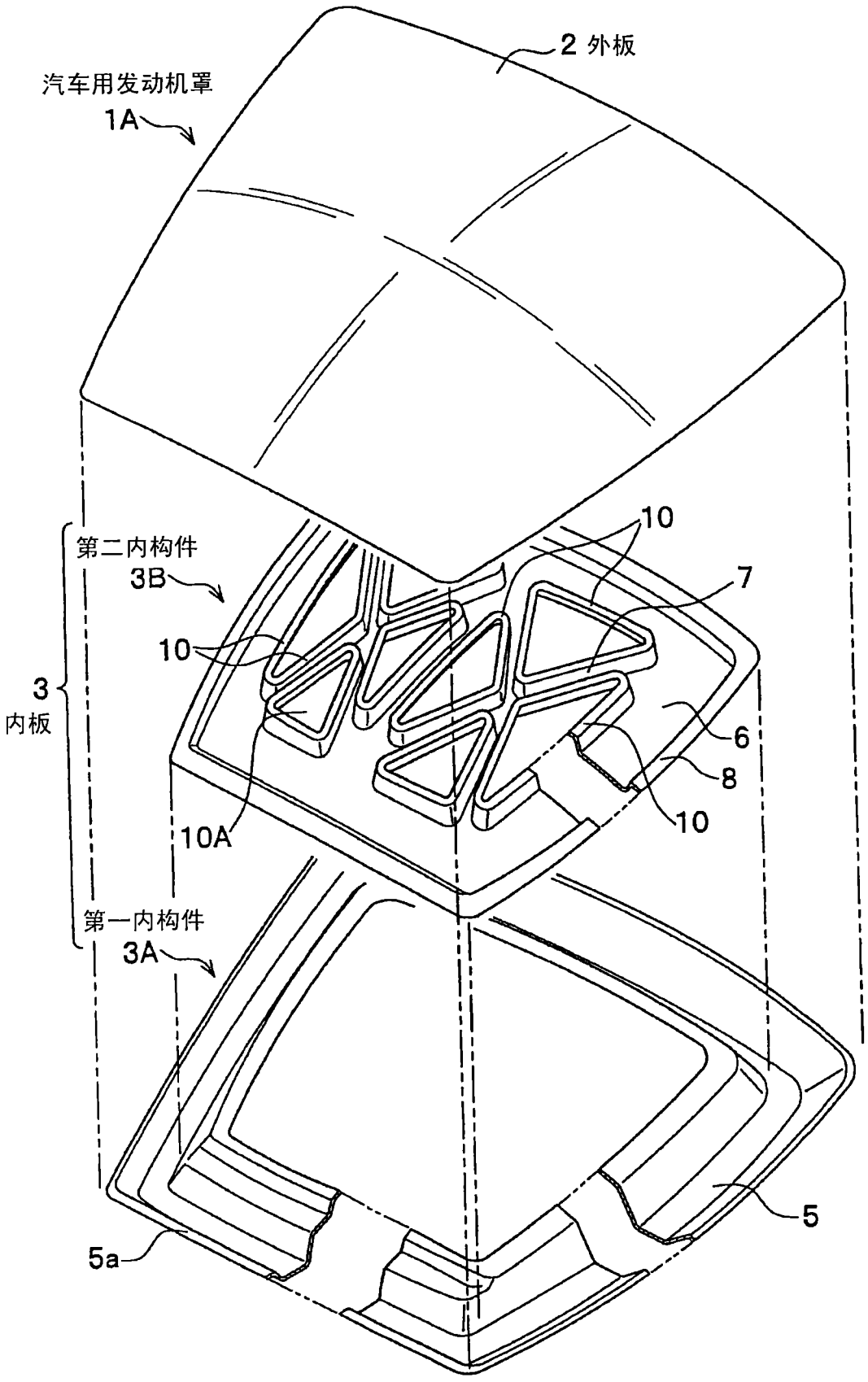
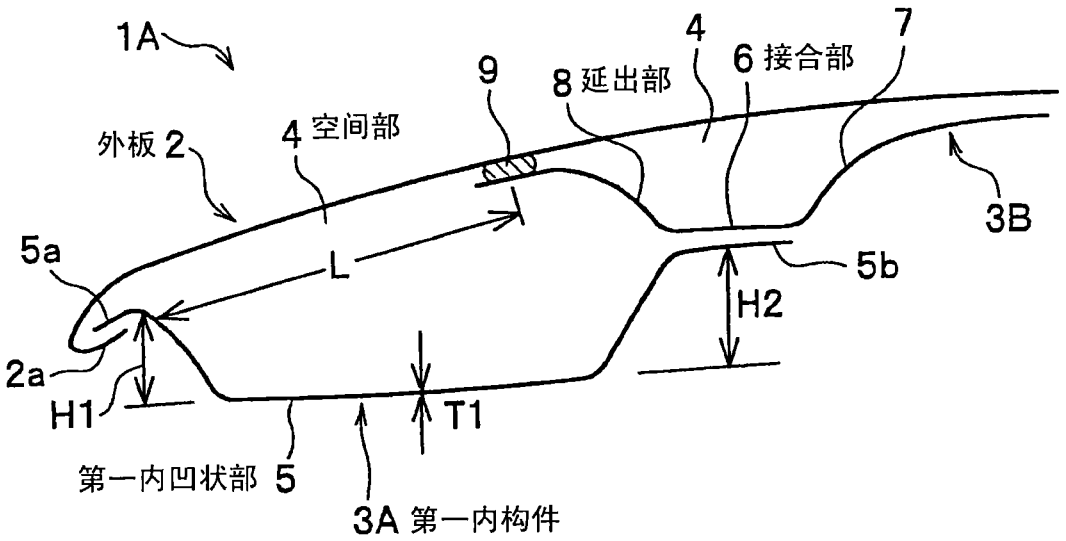


图 2

(a)


1A
9
8 延出部
4
6 接合部
7
外板 2
4 空间部
3B
5a
L
5b
H2
2a
H1
T1
第一内凹状部 5
3A 第一内构件

(b)

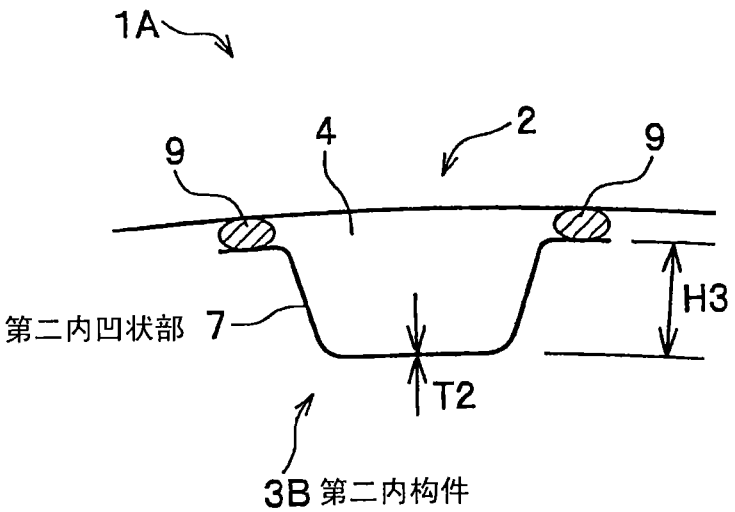
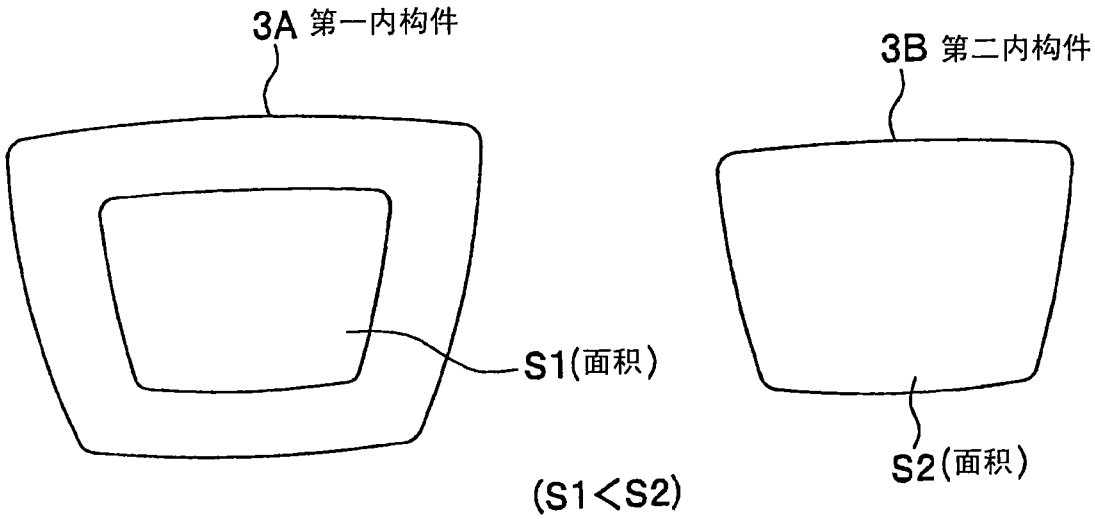

1A
9
4
2
9
H3
第二内凹状部 7
T2
3B 第二内构件

图 3

(a)



(b)

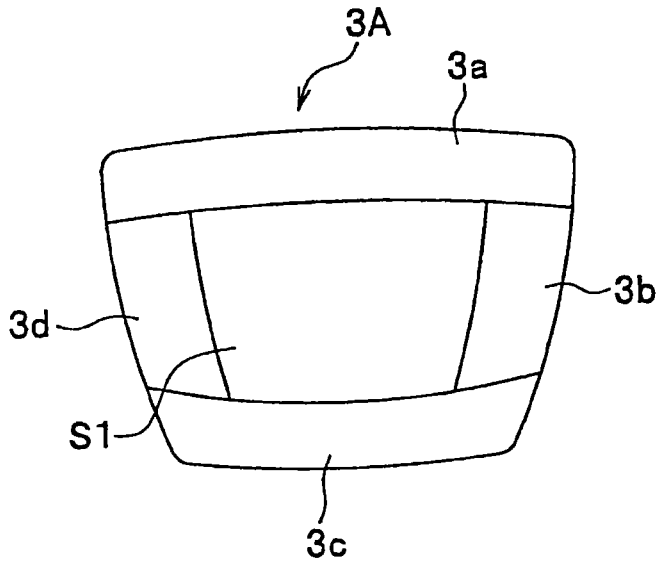


图 4

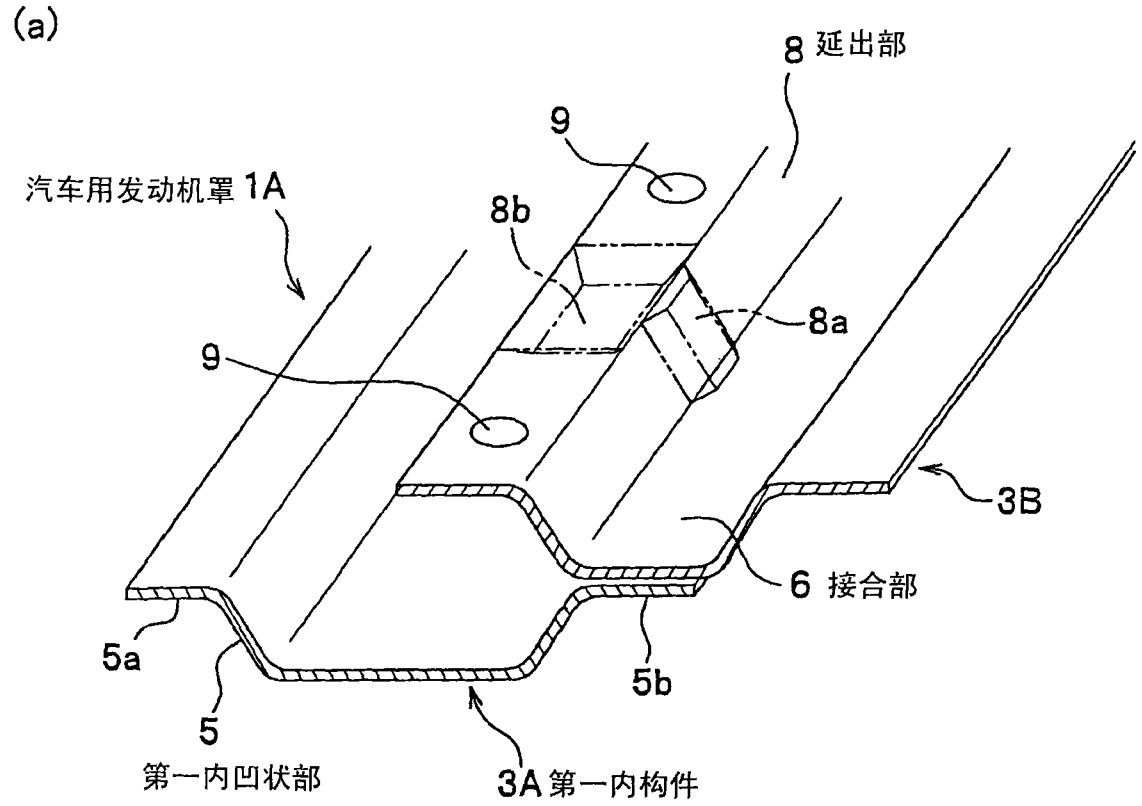

(a)
8 延出部
9
汽车用发动机罩 1A
8b
8a
9
3B
6 接合部
5a
5b
5
第一内凹状部
3A 第一内构件
(b)
现有例 (21A)
二次碰撞
一次碰撞
1A
加速度 a (G)
内置零件
行程 S (mm)
压溃余量

图 5

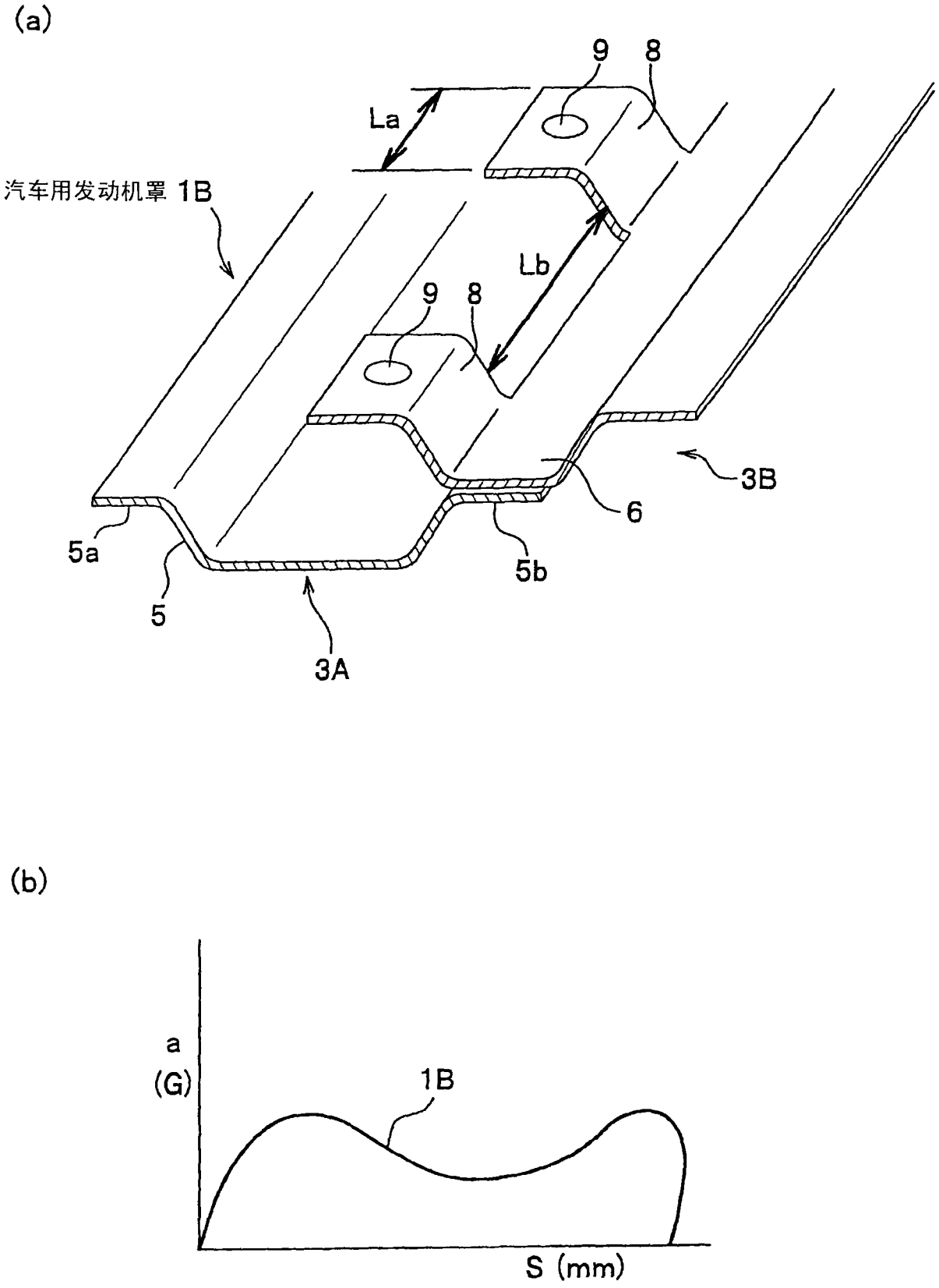


图 6

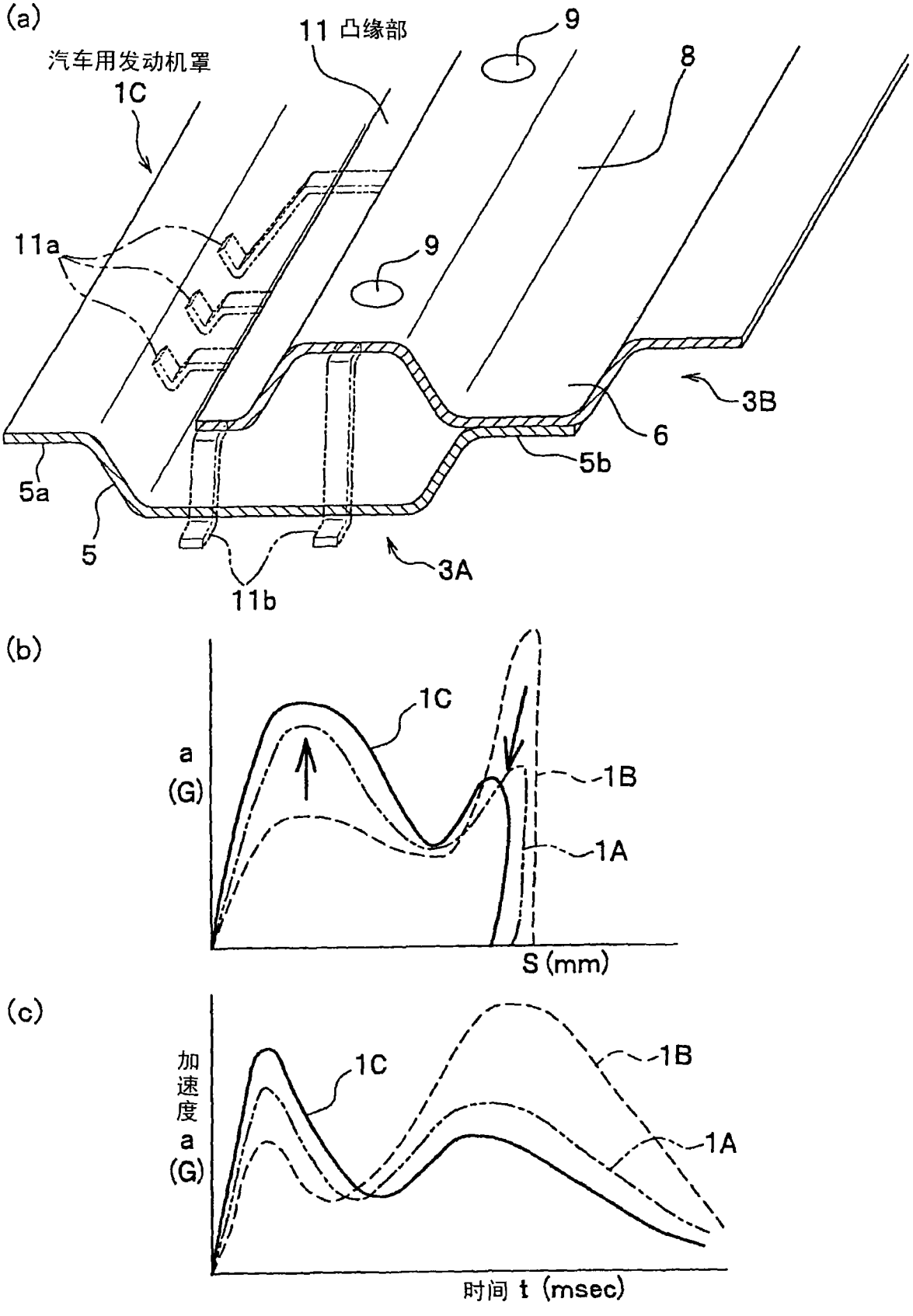
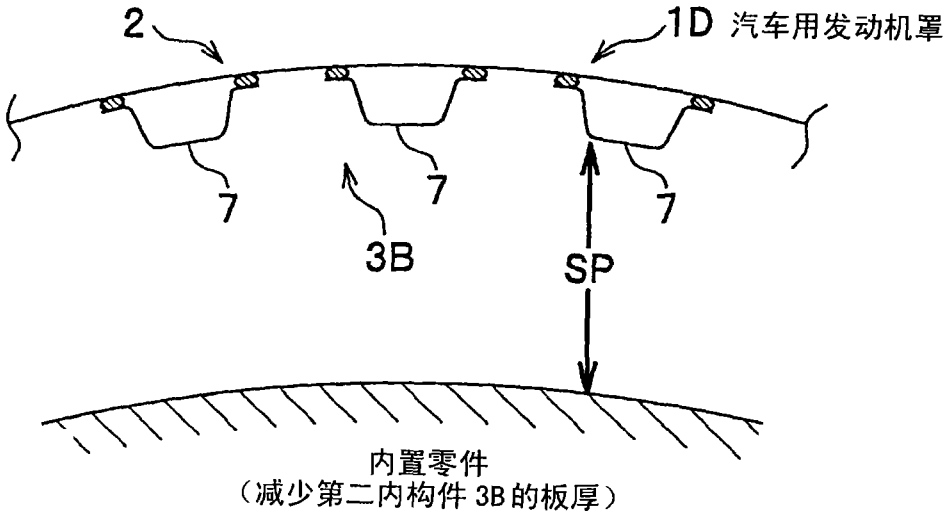

(a)
汽车用发动机罩
1C
11 凸缘部
9
8
11a
9
3B
6
5b
5a
5
3A
11b
(b)
a
(G)
1C
1B
1A
S (mm)
(c)
加速度
a
(G)
1C
1B
1A
时间 t (msec)

图 7

(a)



(b)

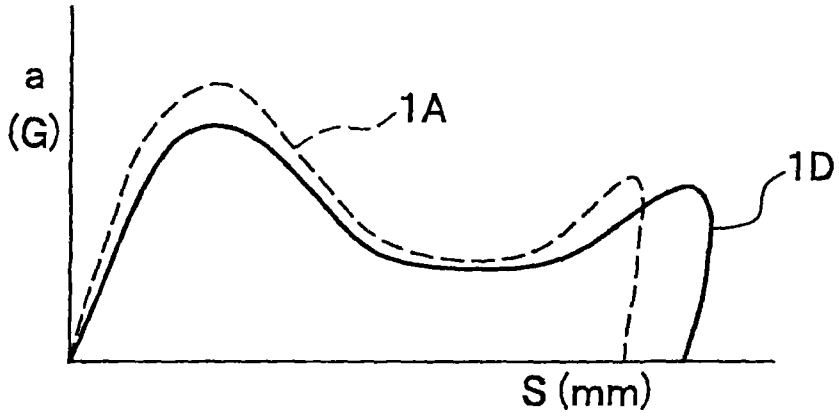
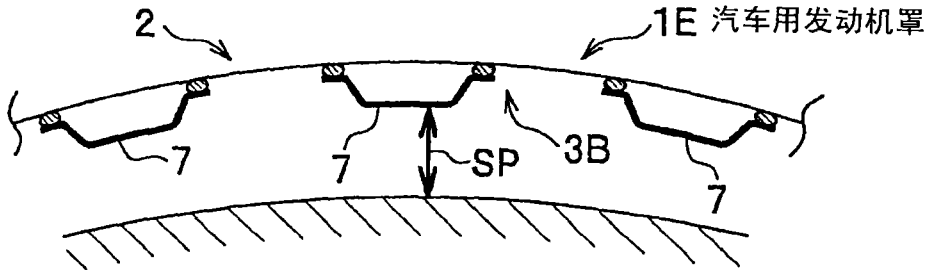


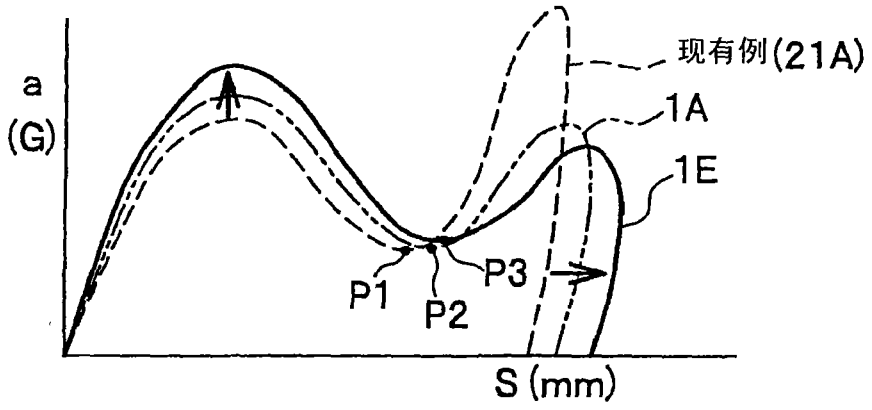
图 8

(a)



内置零件
增加第二内构件 3B 的板厚
使第二内凹状部 7 的截面形状垂下

(b)



(c)

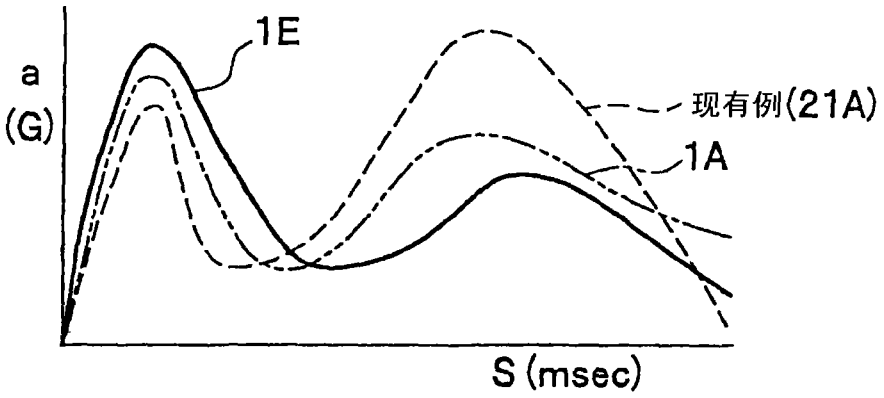


图 9

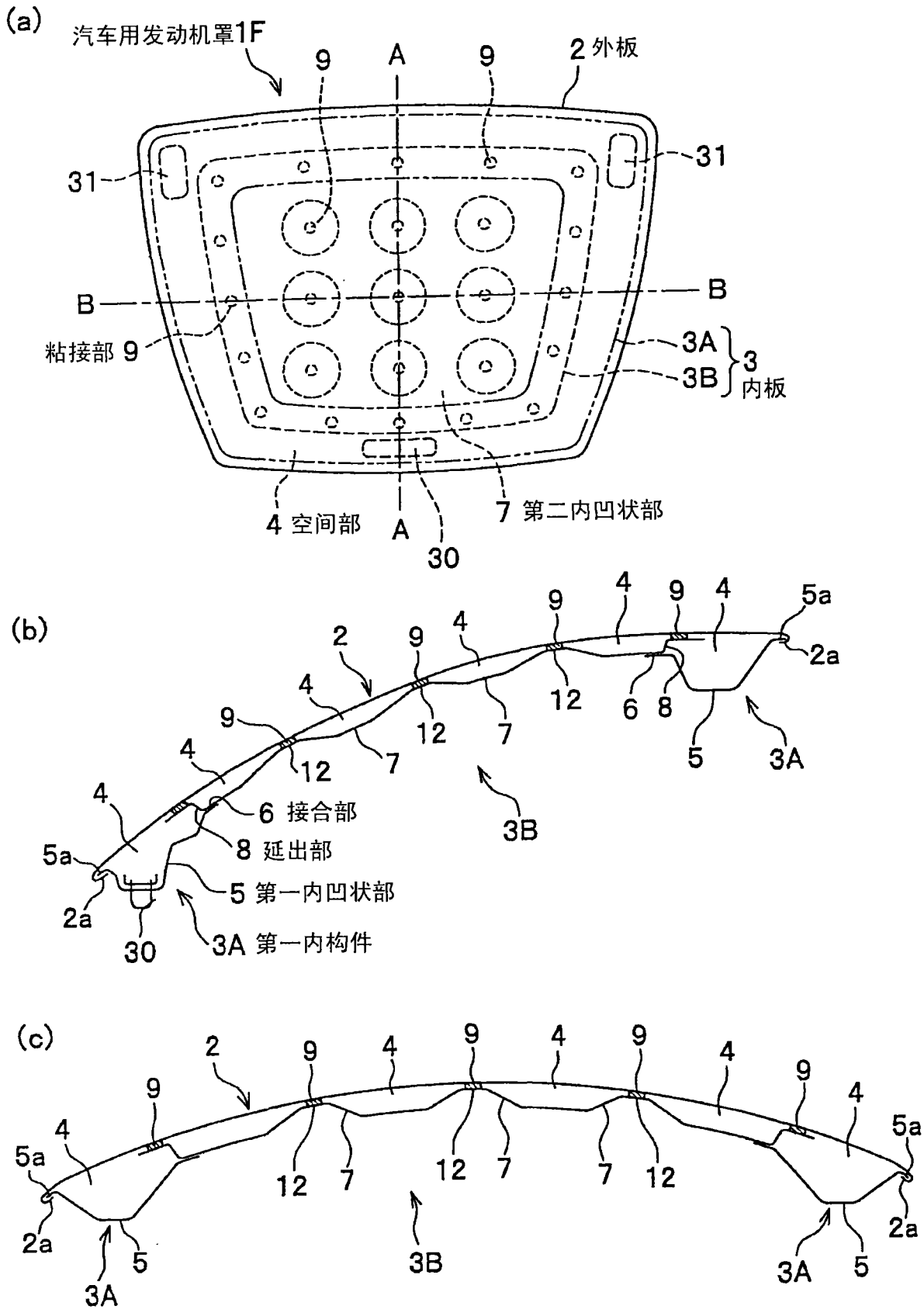

(a)
汽车用发动机罩1F
9
A
9
2 外板
31
31
B
B
粘接部 9
3A
3B
3
内板
4 空间部
A
30
7 第二内凹状部
(b)
2
9
4
9
4
9
4
5a
2a
4
9
12
7
12
7
12
6
8
5
3A
4
4
6 接合部
8 延出部
5a
5 第一内凹状部
2a
30
3A 第一内构件
3B
(c)
2
9
4
9
4
9
4
9
4
5a
5a
4
9
12
7
12
7
7
12
2a
2a
5
3A
3B
3A
5

图 10

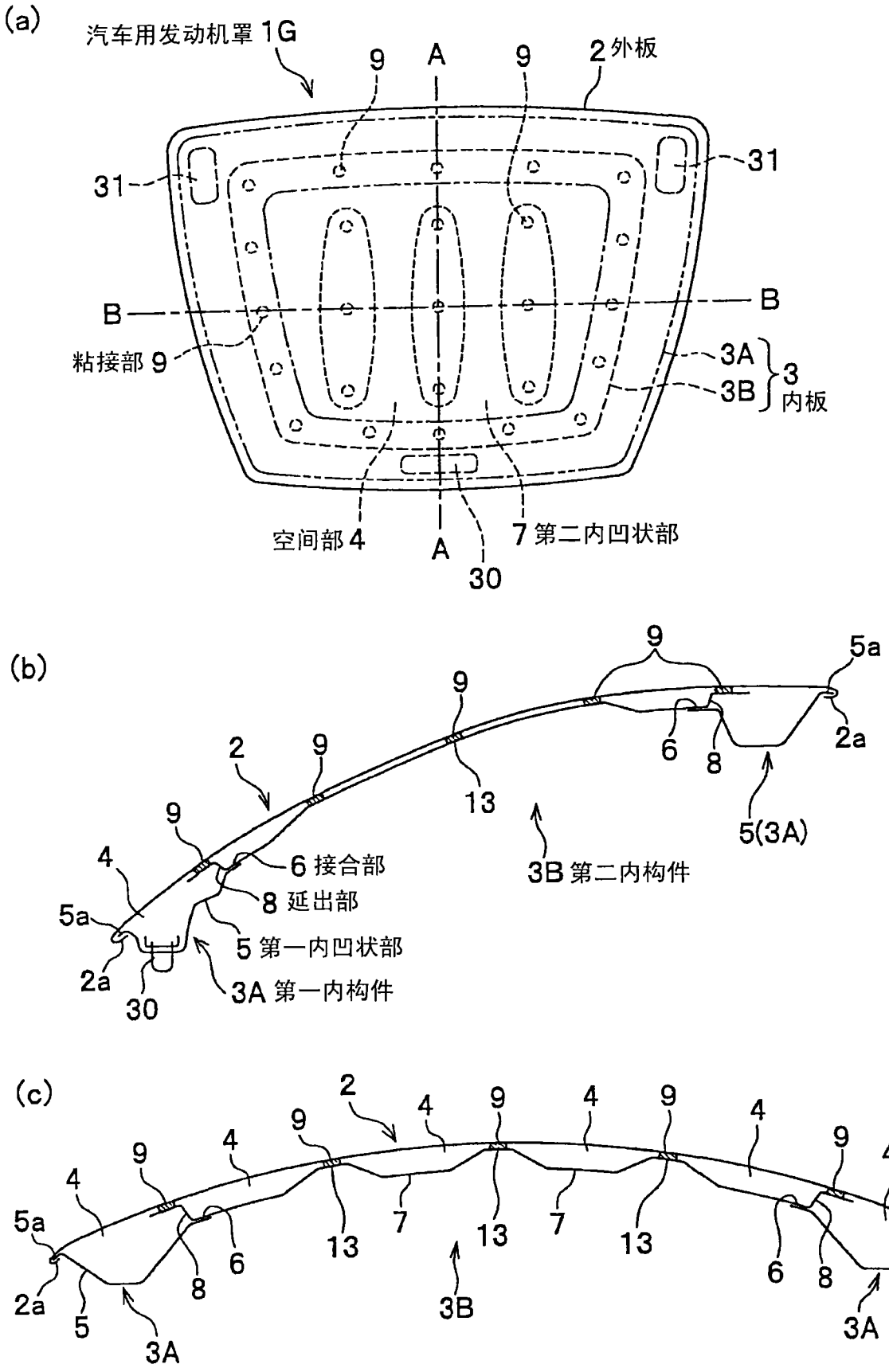

(a)
汽车用发动机罩 1G
9
A
9
2 外板
31
31
B
B
粘接部 9
3A
3B
3
内板
空间部 4
A
30
7 第二内凹状部
(b)
9
5a
9
2
9
6
8
2a
13
5(3A)
9
4
6 接合部
3B 第二内构件
8 延出部
5a
5 第一内凹状部
2a
30
3A 第一内构件
(c)
2
4
9
4
9
4
9
4
9
4
5a
5a
7
13
7
13
6
8
6
8
2a
2a
5
3A
3B
3A
5

图 11

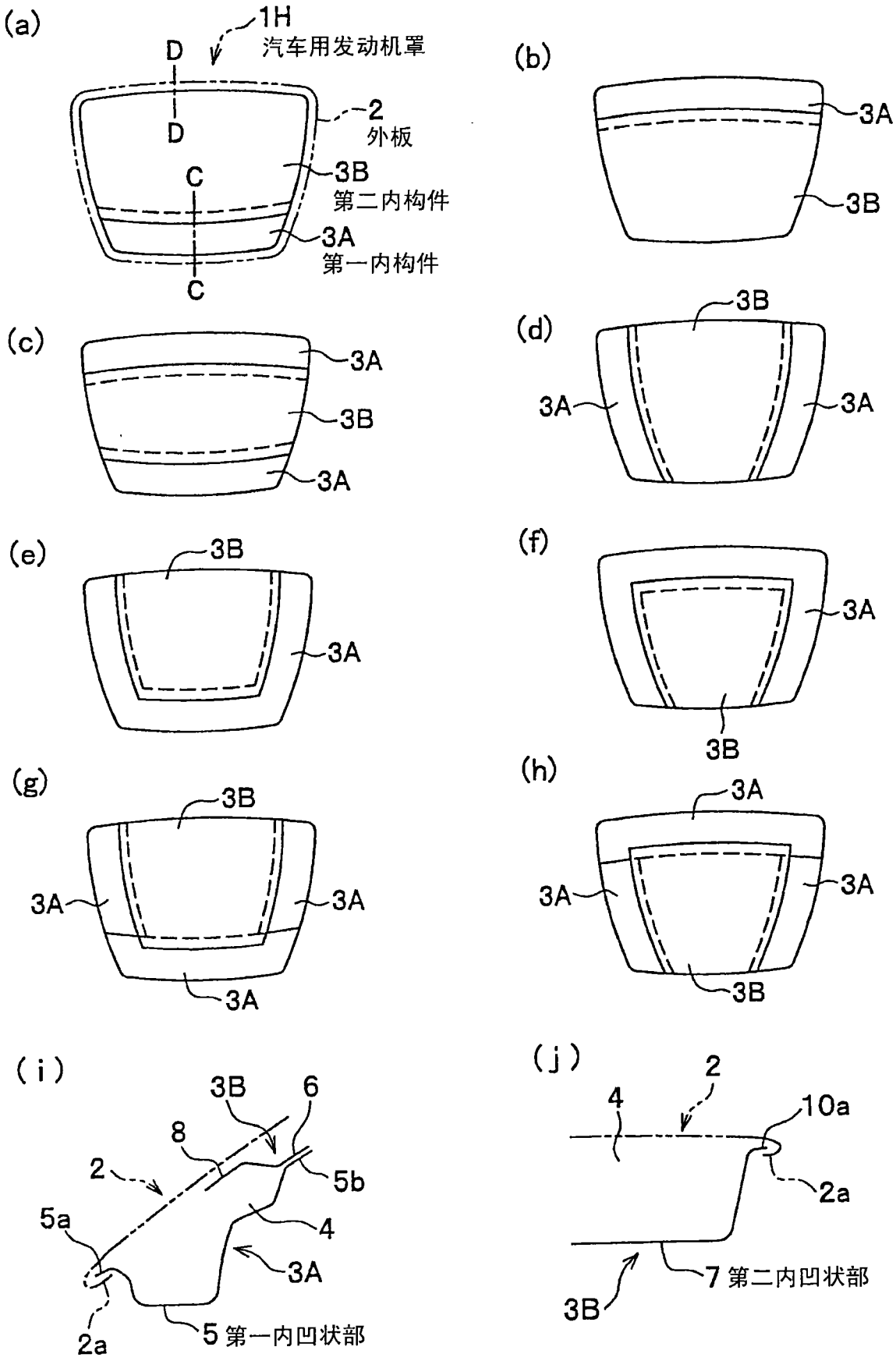

(a)
1H
汽车用发动机罩
D
D
2
外板
C
3B
第二内构件
3A
第一内构件
C
(b)
3A
3B
(c)
3A
3B
3A
(d)
3B
3A
3A
(e)
3B
3A
(f)
3A
3B
(g)
3B
3A
3A
3A
(h)
3A
3A
3A
3B
(i)
3B
6
8
2
5b
5a
4
3A
2a
5 第一内凹状部
(j)
2
4
10a
2a
7 第二内凹状部
3B

图 12

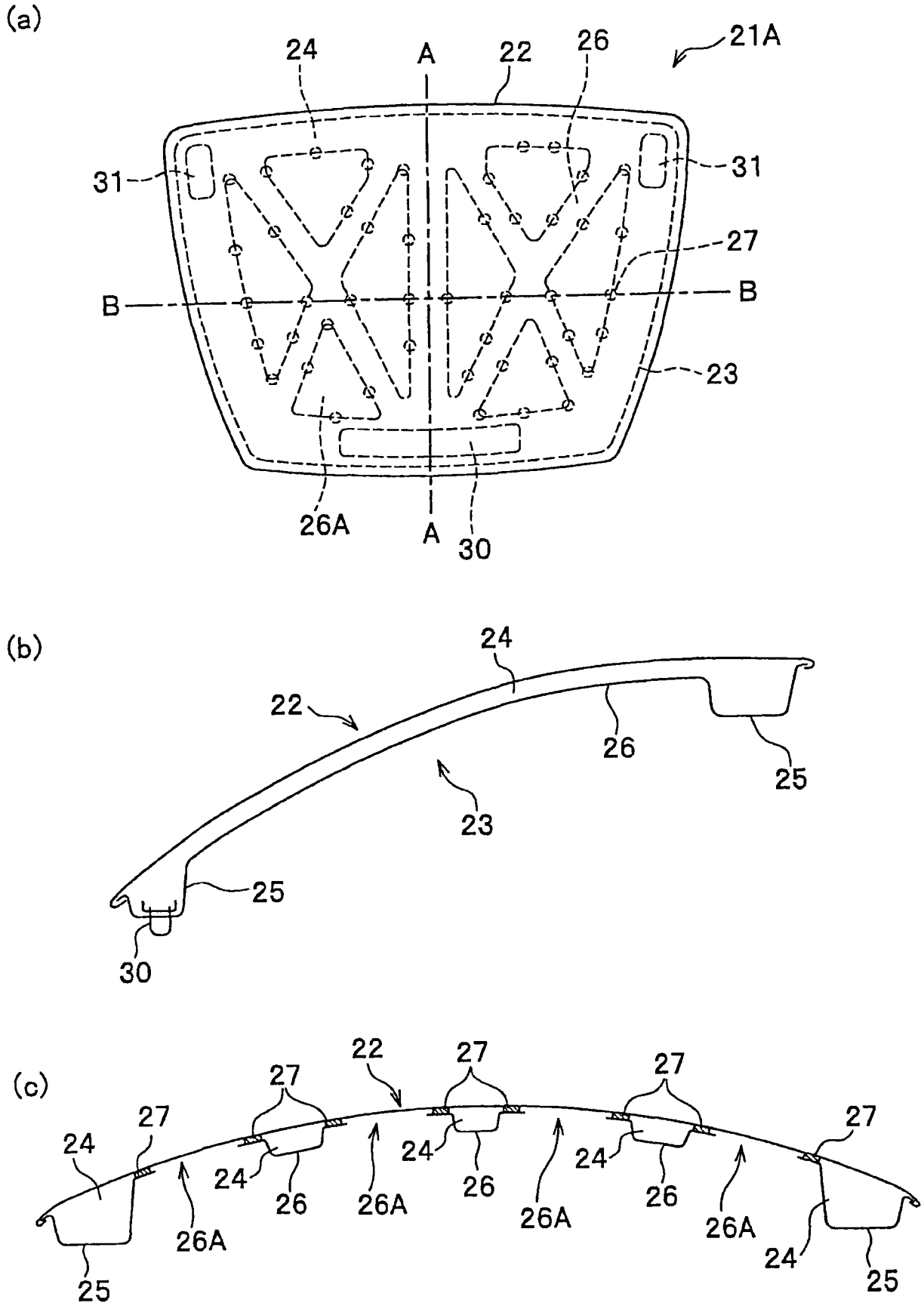

(a)
24
A
22
26
21A
31
31
27
B
B
23
26A
A
30
(b)
24
22
26
25
23
25
30
(c)
22
27
27
27
27
24
27
24
24
24
27
26
26
26
26A
26A
26A
26A
25
24
25

图 13

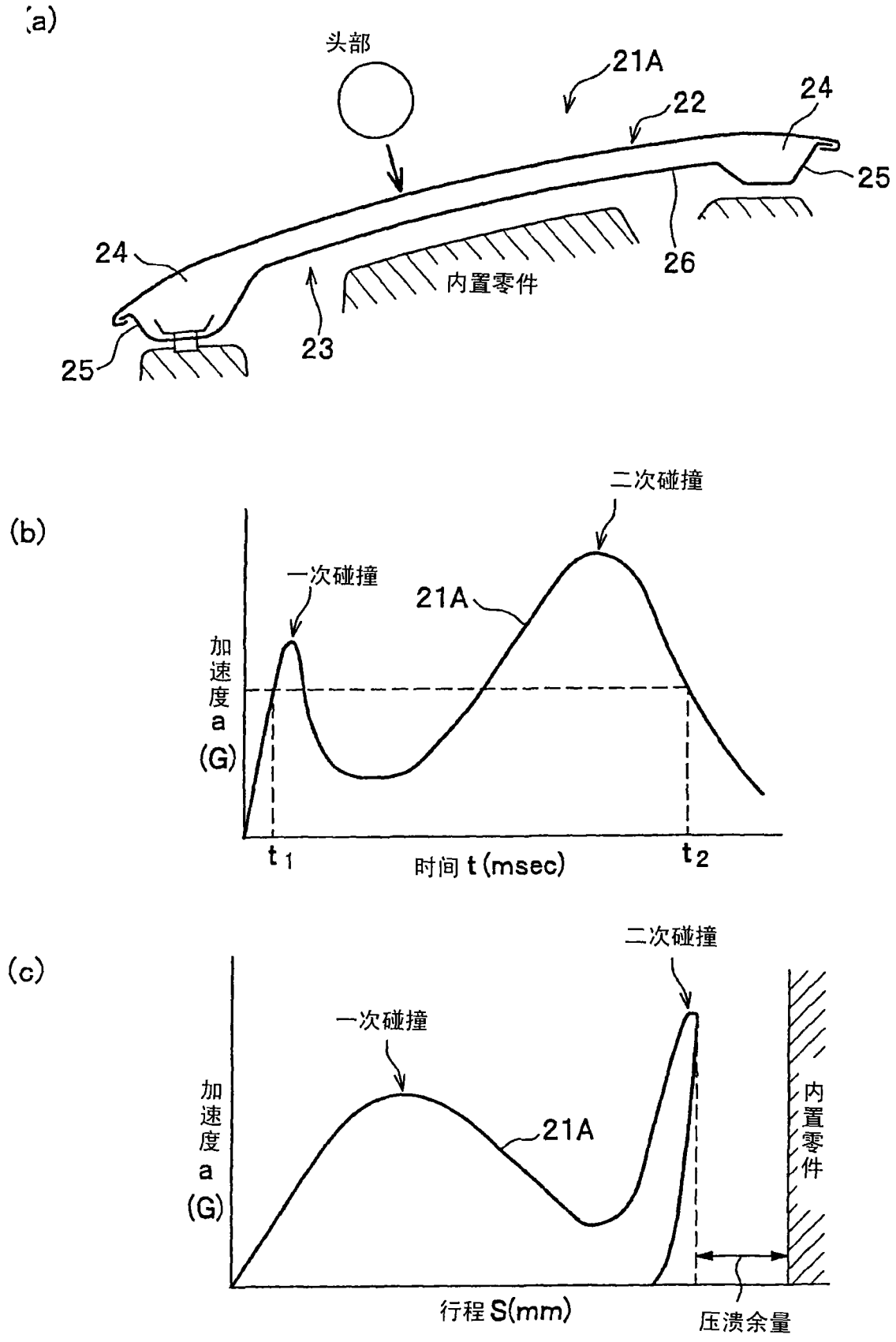

(a)
头部
21A
22
24
25
24
26
内置零件
23
25
(b)
二次碰撞
一次碰撞
21A
加速度a(G)
t1
时间t(msec)
t2
(c)
二次碰撞
一次碰撞
21A
加速度a(G)
内置零件
行程S(mm)
压溃余量

图 14

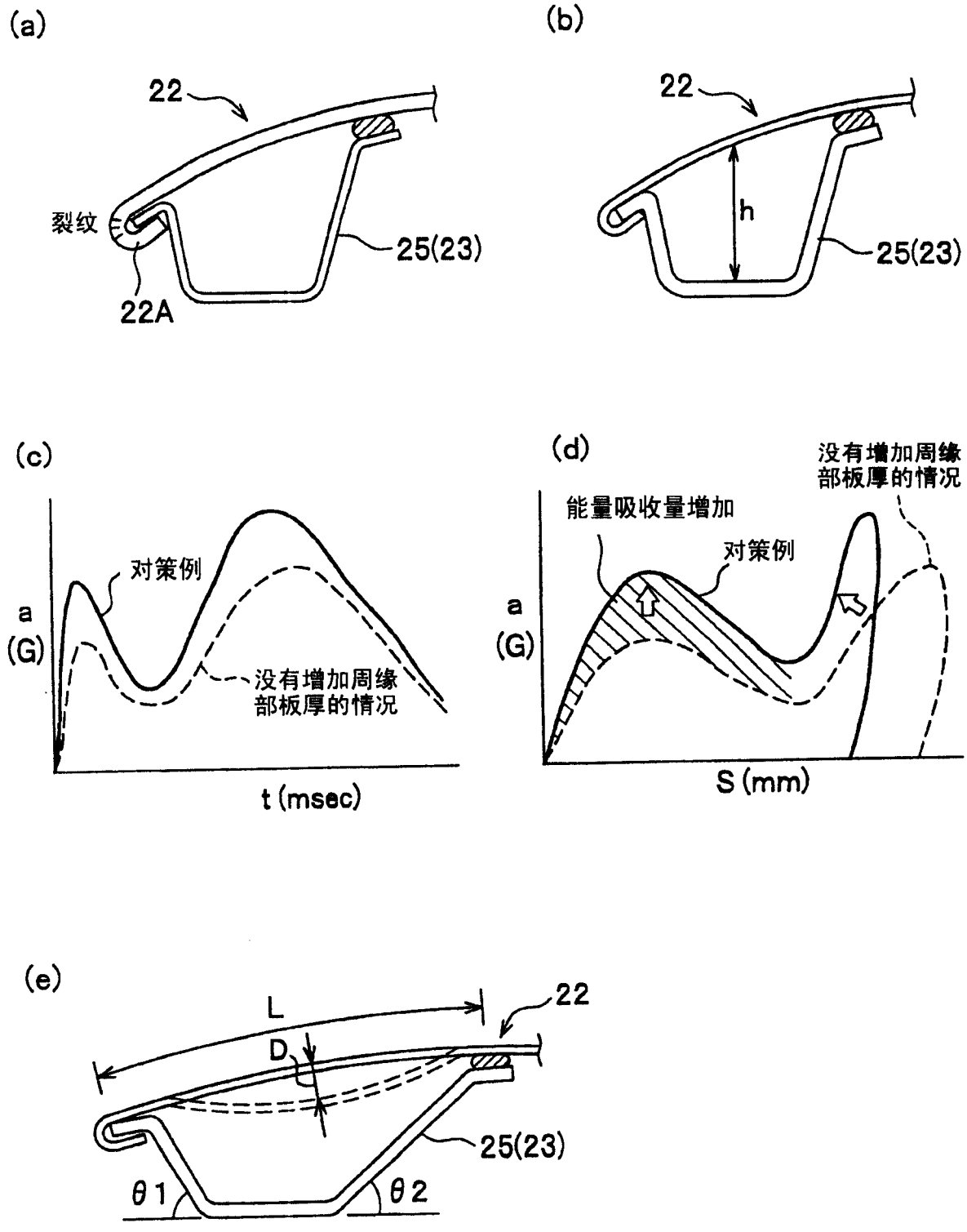

(a)
22
裂纹
25(23)
22A
(b)
22
h
25(23)
(c)
对策例
a
(G)
没有增加周缘
部板厚的情况
t (msec)
(d)
没有增加周缘
部板厚的情况
能量吸收量增加
对策例
a
(G)
S (mm)
(e)
L
22
D
25(23)
θ1
θ2

图 15

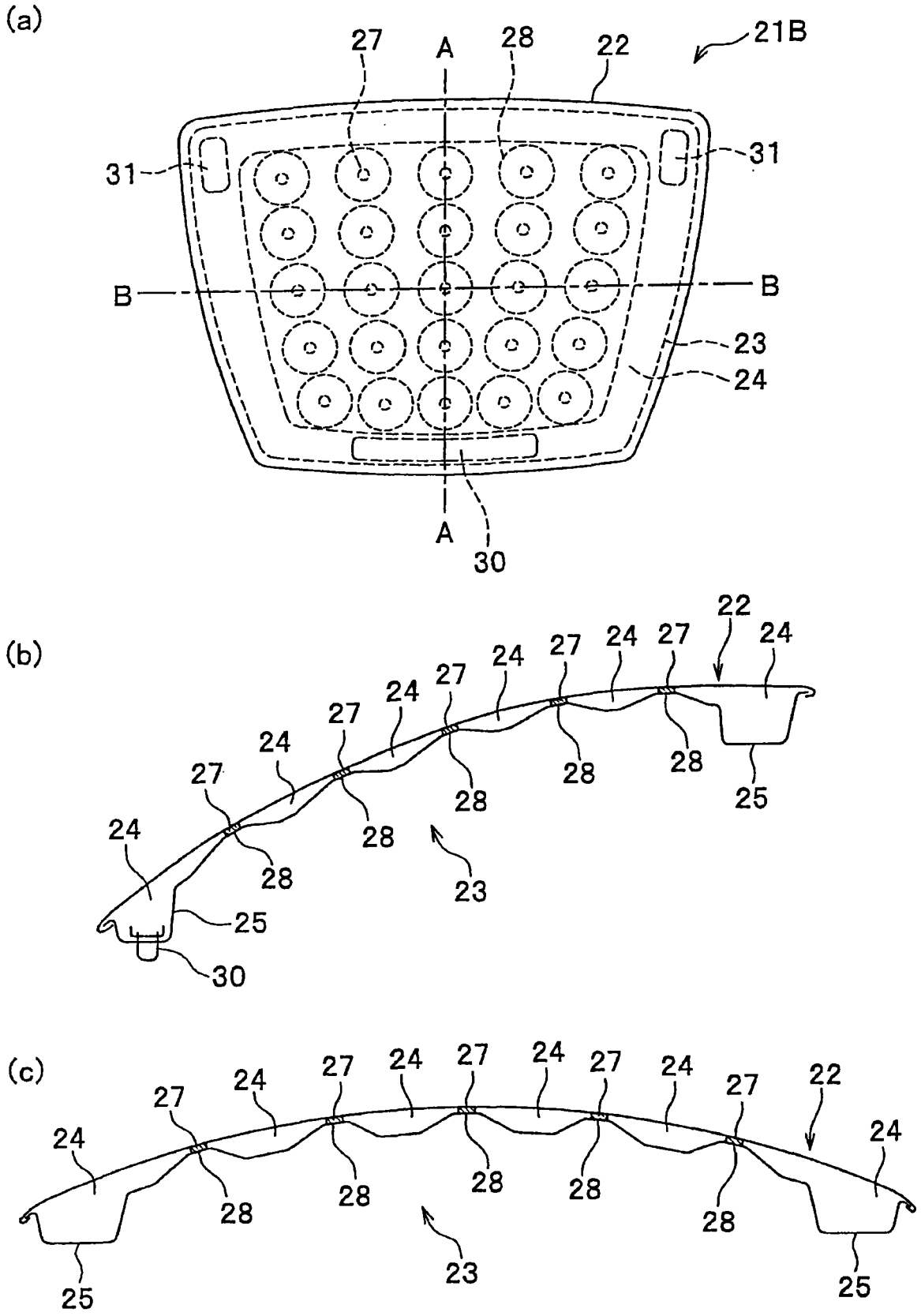

(a)
27
A
28
22
21B
31
31
B
B
23
24
A
30
(b)
22
24
27
24
27
24
27
24
27
24
27
24
28
28
28
28
28
28
25
23
25
30
(c)
24
27
24
27
24
27
24
27
24
27
22
24
28
28
28
28
28
25
23
25

图 16

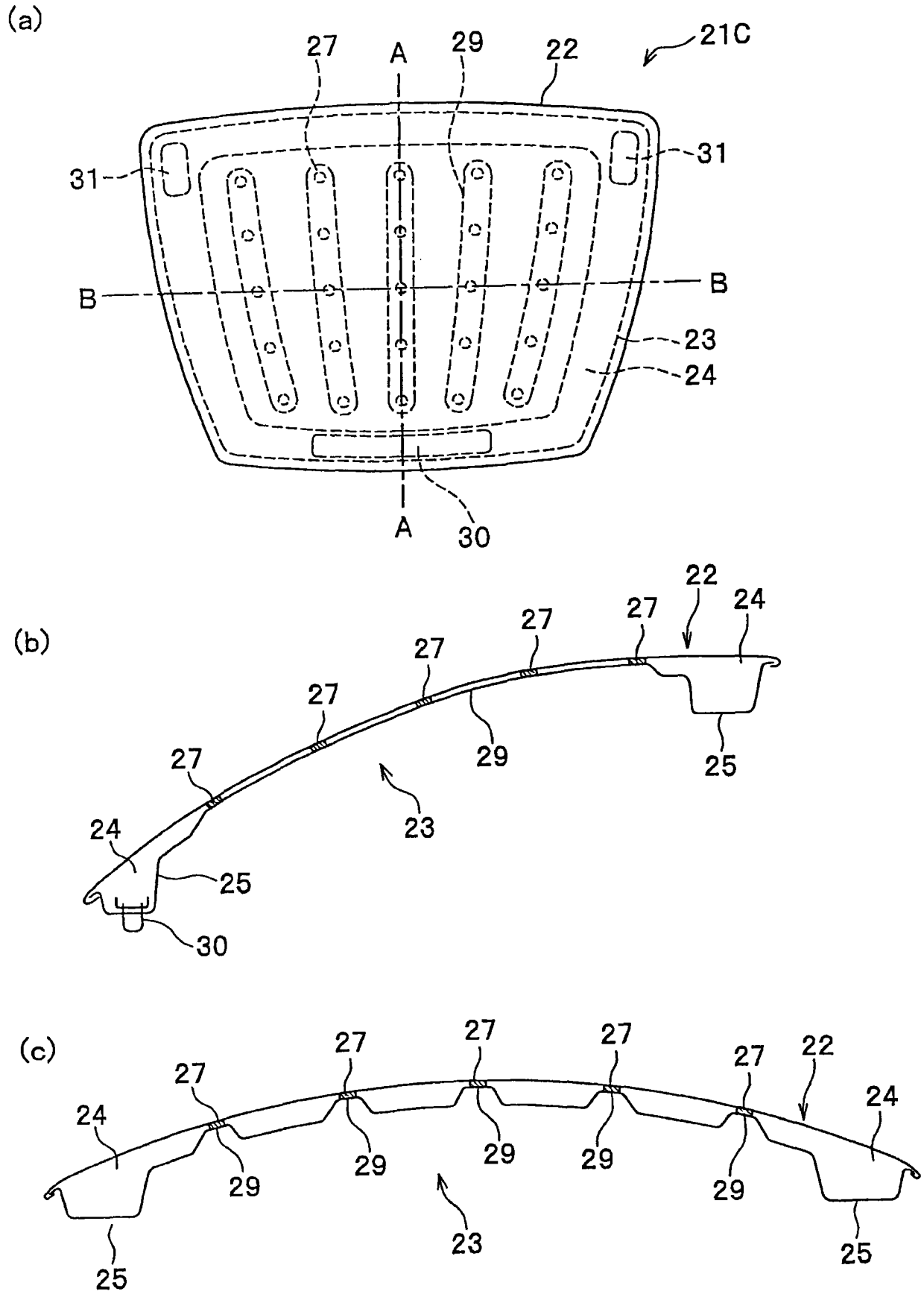

(a)
27
A
29
22
21C
31
31
B
B
23
24
A
30
(b)
22
24
27
27
27
27
27
29
25
23
24
25
30
(c)
27
27
27
27
27
22
24
24
29
29
29
29
29
29
23
25
25

图 17