



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104144783 A

(43) 申请公布日 2014. 11. 12

(21) 申请号 201380013128. 5

(22) 申请日 2013. 03. 08

(30) 优先权数据

61/609, 102 2012. 03. 09 US

13/781, 906 2013. 03. 01 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2014. 09. 09

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2013/029779 2013. 03. 08

(87) PCT国际申请的公布数据

W02013/134599 EN 2013. 09. 12

(71) 申请人 索罗蒂亚公司

地址 美国密苏里州

(72) 发明人 吕军

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 韦欣华 李炳爱

(51) Int. Cl.

B32B 17/10 (2006. 01)

B32B 27/06 (2006. 01)

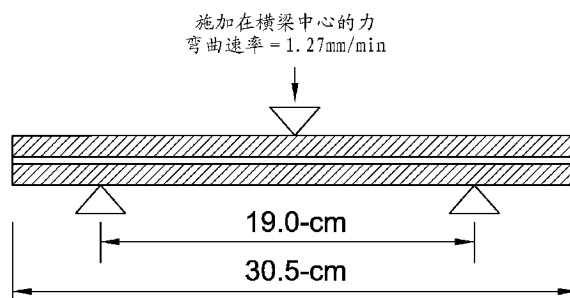
权利要求书2页 说明书14页 附图3页

(54) 发明名称

高刚性夹层和轻量层压多层板

(57) 摘要

本公开涉及多层板用的聚合物夹层和具有至少一个聚合物夹层片的多层板的领域。具体而言，本公开涉及高刚性夹层和并入了高刚性夹层的轻量层压多层板的领域。



1. 一种多层玻璃板,其包含:
第一玻璃基板;
第二玻璃基板;
置于所述第一和第二玻璃基板之间的聚合物层;其中所述聚合物层具有大于 33°C 的玻璃化转变温度;其中所述第一玻璃基板和所述第二玻璃基板的组合厚度小于或等于大约 4.0 mm。
2. 权利要求 1 的多层玻璃板,其中所述聚合物夹层包含聚(乙烯醇缩丁醛)。
3. 权利要求 2 的多层玻璃板,其中所述第一玻璃基板和所述第二玻璃基板的组合厚度小于或等于大约 3.9 mm。
4. 权利要求 2 的多层玻璃板,其中所述第二玻璃基板的厚度小于所述第一玻璃基板的厚度。
5. 权利要求 2 的多层玻璃板,其中所述第一玻璃基板和所述第二玻璃基板的组合厚度小于或等于大约 3.7 mm。
6. 权利要求 2 的多层玻璃板,其中当所述第一玻璃基板和所述第二玻璃基板的组合厚度小于或等于 4.0 mm 时,所述多层玻璃板具有大于 300 N/cm 的挠曲刚度。
7. 权利要求 2 的多层玻璃板,其中所述多层玻璃板具有比具有相同厚度和玻璃配置但不包含玻璃化转变温度大于 33°C 的聚合物层的多层板的挠曲刚度高至少 10% 的挠曲刚度。
8. 一种多层玻璃板,其包含:
第一玻璃基板;
第二玻璃基板;
包含第一聚合物层和与所述第一聚合物层相接触的第二聚合物层的多层式夹层;
其中至少一个聚合物层包含增塑的聚(乙烯醇缩丁醛);
其中所述多层式夹层置于所述第一和第二玻璃基板之间;其中至少一个所述聚合物层具有大于 33°C 的玻璃化转变温度;
其中所述第一玻璃基板和所述第二玻璃基板的组合厚度小于或等于大约 4.0 mm。
9. 权利要求 8 的多层玻璃板,其中所述第一聚合物层和所述第二聚合物层包含聚(乙烯醇缩丁醛)。
10. 权利要求 8 的多层玻璃板,其中所述第一玻璃基板和所述第二玻璃基板的组合厚度小于或等于大约 3.9 mm。
11. 权利要求 9 的多层玻璃板,其中所述第二玻璃基板的厚度小于所述第一玻璃基板的厚度。
12. 权利要求 9 的多层玻璃板,其中所述第一玻璃基板和所述第二玻璃基板的组合厚度小于或等于大约 3.7 mm。
13. 权利要求 9 的多层玻璃板,其中所述多层玻璃板具有比具有相同厚度和玻璃配置但不包含使至少一个所述聚合物层具有大于 33°C 的玻璃化转变温度的聚合物的多层板的挠曲刚度高至少 10% 的挠曲刚度。
14. 权利要求 9 的多层玻璃板,其中所述多层式夹层包含与所述第二聚合物层相接触的第三聚合物层,且其中所述第二聚合物层在所述第一和所述第三聚合物层之间。

15. 权利要求 14 的多层玻璃板,其中所述多层式夹层具有大于或等于 29°C 的等效玻璃化转变温度, T_{eq} 。

16. 权利要求 14 的多层玻璃板,其中至少一个所述聚合物层具有大于 33°C 的玻璃化转变温度和至少一个所述聚合物层具有小于 30°C 的玻璃化转变温度。

17. 一种多层玻璃板,其包含:

第一玻璃基板;

第二玻璃基板;

包含第一聚合物层和第二聚合物层的多层式夹层,其中所述第一聚合物层包含增塑的聚(乙烯醇缩丁醛)且具有大于或等于 19 重量百分比的残余羟基含量和小于或等于大约 35 phr 的增塑剂含量,和

所述第二聚合物层包含增塑的聚(乙烯醇缩丁醛)且具有小于或等于 16 重量百分比的残余羟基含量和大于或等于大约 48 phr 的增塑剂含量,其中所述第二聚合物层与所述第一聚合物层相接触;和,

其中所述第一玻璃基板和所述第二玻璃基板的组合厚度小于或等于大约 4.0 mm。

18. 权利要求 17 的多层玻璃板,其中所述第二玻璃基板的厚度小于所述第一玻璃基板的厚度。

19. 权利要求 17 的多层玻璃板,其中至少一个所述聚合物层具有大于 33°C 的玻璃化转变温度和至少一个所述聚合物层具有小于 30°C 的玻璃化转变温度。

20. 权利要求 19 的多层玻璃板,其中所述多层式夹层包含与所述第二聚合物层相接触的第三聚合物层,其中所述第二聚合物层在所述第一和所述第三聚合物层之间。

高刚性夹层和轻量层压多层板

[0001] 对相关申请的交叉引用

本申请要求 2012 年 3 月 9 日提交的美国临时专利申请序号 No. 61/609102 的优先权。上述申请的整个公开内容经此引用并入本文。

[0002] 发明领域

本公开涉及用于多层板的聚合物夹层和具有至少一个聚合物夹层片的多层板的领域。具体而言,本公开涉及高刚性夹层和引入了高刚性夹层的轻量层压多层板的领域。

[0003] 附图简述

图 1 是显示了一个实施方案的三点弯曲试验和试验装置的图。

[0004] 图 2 提供了一个三点弯曲试验中试验片材的荷载 - 挠度图。

[0005] 图 3 提供了显示夹层的玻璃化转变温度与多层板刚度的相关性的图。

[0006] 图 4 提供了显示对于各种不同的板厚度,所公开的多层板的改进刚度的相关性图。

[0007] 优选实施方案说明

一般来说,多层板包括两片玻璃或其它适用基板以及夹在它们之间的一个或多个聚合物夹层片。多层板一般是通过在两片基板之间放置至少一个聚合物夹层片从而制造一个组件来生产的。将多个聚合物夹层放置在两片基板之间来制造具有多个聚合物夹层的多层板的情况也很常见。在从组件中移除空气后,通过本领域普通技术人员已知的方法将该组件的组成部件初步压粘在一起。通过层压工艺,例如,但不限于压热法 (autoclaving),使这种初步压粘变得更为持久从而形成最终的一元结构。

[0008] 聚(乙烯醇缩丁醛)(此后用“PVB”指代)是一种常用于制造聚合物夹层和多层板的聚合物。由一个或多个 PVB 夹层形成的多层板的主要功能之一是吸收能量,例如由物体撞击板的力所引起的能量,不允许穿过该板或不允许玻璃碎片分散。因此,当这些板用于汽车、飞机、建筑或其它物体的窗户时(它们的常见应用),它们会具有最大程度减小对该物体封闭区域内的人或客体的损害或伤害的效果。除了安全益处之外,多层板的聚合物夹层还可用于给板赋予其它有益效果,其包括但不限于:声衰减、减少 UV 和 / 或 IR 光透射以及增强窗口的整体外观和美感。

[0009] 近年来,从某种程度上因为对汽车和航空运输的燃料效率的社会关注越来越多,随之产生了对在重量上要轻于传统模型的多层板的需求。这样的需求是由重量与汽车或飞机的燃料效率具有直接相关性这一事实所引起的;更重的交通工具从 A 点到 B 点需要更多的燃料。通常,多层板占了现代机动车辆重量的一大部分——大约 45-68 kg。由于美学附件,例如天窗或全景天窗和更大的挡风玻璃,在一些现代汽车模型中多层板所占的汽车重量百分比不断增加。在这些应用中所用的多层板的重量的减少通常会导致车辆整体重量的减少和燃料效率的相应提高。这些板的大部分重量并不在于夹层的重量,而在于基板的重量。

[0010] 传统上,用于汽车应用的多层板(例如挡风玻璃、天窗(sun or moon roof)、侧窗和后窗)通常包含两片相同厚度的玻璃与在玻璃之间放置的 PVB 夹层。通常,在这些应用中

每片基板的厚度大约为 2.0 mm 至 2.3 mm。

[0011] 通过使用对称或不对称基板配置的较薄玻璃实现了轻量多层板。目前用来实现用于挡风玻璃的轻量多层板的方式通常涉及不对称基板配置。在这些配置中,外侧基板(即面向车舱外的基板)的厚度保持在大约 2.0 mm 至 2.3 mm 的传统厚度,而内侧基板(即面向舱内的基板)的厚度降低。外侧基板的厚度保持在大约 2.0 mm 至 2.3 mm 以维持板的强度来承受沙子、砾石和其它道路碎片的力以及在交通运输过程中可能影响机动车的危险。减少内侧基板的厚度可以降低板的整体总重量。挡风玻璃中所用的不对称窗板的总的玻璃厚度可以配置为低至 3.7 mm。

[0012] 尽管不对称基板配置通常用于挡风玻璃来实现更轻的重量,对称基板配置通常用于汽车侧窗和天窗的多层板中。一般来说,用于这些窗中的板是经过加热强化的,以提供结构和机械上强的上釉 (glazing) 来抵抗可能由关门、车窗降低和上升时的板移动、顶板的移动和小物体在板上的撞击引起的破碎和开裂。用于侧窗和顶窗的对称窗板的总玻璃厚度可以配置为低至 3.6 mm。

[0013] 由于总体厚度的减少,通过不对称基板配置生产的多层板提供了减轻重量的机会和从而在汽车和航空应用中改进的燃料经济性。例如,挡风玻璃通常具有大约 1.4 平方米的表面积。对于传统的 2.1 mm/2.1 mm 具有传统 PVB 夹层的玻璃配置,挡风玻璃的总重大约为 15.8 kg。对于不对称玻璃配置,例如 2.1 mm/1.6 mm (这是目前商业用途中所用的最小组合玻璃厚度之一),不对称挡风玻璃的重量大约是 14.1 kg——节省了 1.7 kg,传统多层板重量的 10.8%。

[0014] 虽然不对称多层板的确导致节省重量的增加,但这并非是没有代价的。一个主要的问题是通过不对称方式生产的轻量多层板,虽然更轻,但并不如通过传统方法生产的多层板一样强。挡风玻璃的机械强度,如挠曲刚度,是随着玻璃厚度的降低而降低的。例如,与 4.2 mm 的单片玻璃板相比,3.7 mm 的单片玻璃板的挠曲刚度降低了 33%。因此,在这些板中玻璃弯曲强度、玻璃边缘强度、玻璃抗冲强度、车顶强度和抗扭刚度都会降低。

[0015] 车窗所用的板的强度是重要的,在某种程度上因为在现今的车辆中,板材是车辆结构的一部分,有助于车身(尤其是车顶)的整体机械强度和刚度。例如,在福特 P2000 车身上,安装有挡风玻璃和后窗玻璃时,车身的抗扭刚度是 24.29 kNm/度角,而没有安装所述玻璃时是 16.44 kNm。参见 M. A. Khaleel, 等, Effect of Glazing System Parameters on Glazing System Contribution to a Lightweight Vehicle's Torsional Stiffness and Weight. International Body and Engineering Conference, Detroit, (2000) SAE 论文 No. 2000-01-2719 (将其整个公开内容经此引用并入本文)。玻璃贡献了汽车整个刚度的大约 30%。对汽车结构的这种贡献在常规汽车运行和在发生碰撞或其它事故时都是重要的。如果为了更低的重量和更高的燃料效率而牺牲机动车车窗中的多层板的强度,将会导致车辆结构刚度和整体安全性的降低。

[0016] 出于与不对称配置的多层板相关的所有问题,在本领域有对具有改进的机械强度的轻量多层板,和从而改进的车辆结构刚度和整体安全性的需求。因此,当前发明的目的是设计包含夹层的轻量多层板,其中由于减少的玻璃厚度导致的材的机械强度降低至少可在一定程度上通过夹层来弥补。

[0017] 因为该领域这些及其它的问题,除了其它方面,本文描述的是一种轻量多层玻璃

板,其包含:第一玻璃基板;第二玻璃基板;和至少一个置于第一玻璃基板和第二玻璃基板之间的聚合物夹层,该聚合物夹层具有大于或等于大约 33 摄氏度的玻璃化转变温度。第一玻璃基板和第二玻璃基板的组合厚度小于或等于大约 4 mm。此外,该多层玻璃板具有比相同厚度和玻璃配置但包含传统的(非刚性)夹层的多层板的挠曲刚度更高的挠曲刚度,并且在某些实施方案中,该多层玻璃板具有比相同厚度和玻璃配置但包含传统的(非刚性)夹层的多层板的挠曲刚度至少 10%,或高至少 20%的挠曲刚度。在某些实施方案中,当第一玻璃基板和第二玻璃基板的组合厚度小于或等于 4.0 mm,或小于或等于 3.9 mm,或小于或等于 3.7 mm 时,该多层板具有大于或等于大约 300 牛顿/厘米,大于大约 320 牛顿/厘米,或大于大约 360 牛顿/厘米的挠曲刚度。

[0018] 在某些实施方案中,该聚合物夹层包含增塑的聚(乙烯醇缩丁醛)。第一玻璃基板和第二玻璃基板的组合厚度也可以小于或等于大约 3.9 mm,或小于或等于大约 3.7 mm。在其它实施方案中,该聚合物夹层具有大于或等于大约 35 摄氏度的玻璃化转变温度。

[0019] 本文还公开了一种多层玻璃板,其包含:第一玻璃基板;第二玻璃基板;和置于第一玻璃基板和第二玻璃基板之间的多层式夹层。该多层式夹层包含:第一增塑的聚合物层,其具有大于或等于大约 33 摄氏度的玻璃化转变温度;和与第一增塑的聚合物层相接触的第二增塑的聚合物层,第二增塑的聚合物层具有小于 30 摄氏度的玻璃化转变温度。第一玻璃基板和第二玻璃基板的组合厚度小于或等于大约 4 mm。该多层玻璃板具有比相同厚度和玻璃配置但包含传统的(非刚性)多层式夹层的多层板的挠曲刚度更高的挠曲刚度,并且在某些实施方案中,该多层玻璃板具有比相同厚度和玻璃配置但包含传统的(非刚性)多层式夹层的多层板的挠曲刚度至少 10%,或高至少 20%的挠曲刚度。在某些实施方案中,当第一玻璃基板和第二玻璃基板的组合厚度小于或等于 4.0 mm,或小于或等于 3.9 mm,或小于或等于 3.7 mm 时,该多层板具有大于或等于大约 240 牛顿/厘米的挠曲刚度。此外,该多层玻璃板具有大于或等于大约 36 分贝的传声损失。

[0020] 在某些实施方案中,第一增塑的聚合物层包含增塑的聚(乙烯醇缩丁醛)和第二增塑的聚合物层包含增塑的聚(乙烯醇缩丁醛)。此外,该板可以包括包含增塑的聚(乙烯醇缩丁醛)的第三增塑的聚合物层,其中第二增塑的聚合物层置于第一增塑的聚合物层和第三增塑的聚合物层之间。

[0021] 在其它的实施方案中,该多层玻璃板具有比相同厚度和玻璃配置但包含传统的(非刚性)夹层的多层板的挠曲刚度更高的挠曲刚度,并且在某些实施方案中,该多层玻璃板具有比相同厚度和玻璃配置但包含传统的(非刚性)夹层的多层板的挠曲刚度至少 10%,或高至少 20%的挠曲刚度。在某些实施方案中,当第一玻璃基板和第二玻璃基板的组合厚度小于或等于 4.0 mm,或小于或等于 3.9 mm,或小于或等于 3.7 mm 时,该多层板具有大于大约 280 牛顿/厘米的挠曲刚度。第一玻璃基板和第二玻璃基板的组合厚度也可以小于或等于大约 3.9 mm,或小于或等于大约 3.7 mm。此外,第一增塑的聚合物层可以具有大于或等于大约 36 摄氏度的玻璃化转变温度,或第二增塑的聚合物层可以具有小于或等于大约 20 摄氏度的玻璃化转变温度。

[0022] 本文还公开了一种多层玻璃板,其包含:第一玻璃基板;第二玻璃基板;和置于第一玻璃基板和第二玻璃基板之间的多层式夹层。该多层式夹层包含:第一增塑的聚合物层,其具有大于或等于大约 19 重量百分比的残留羟基含量和小于或等于大约 35 phr 的增塑剂

含量；和第二增塑的聚合物层具有小于或等于大约 16 重量百分比的残留羟基含量和大于或等于大约 48 phr 的增塑剂含量。第一玻璃基板和第二玻璃基板的组合厚度小于或等于大约 4.0 mm，和该多层玻璃板具有比相同厚度和玻璃配置但包含传统的（非刚性）夹层的多层板的挠曲刚度更高的挠曲刚度，并且在某些实施方案中，该多层玻璃板具有具有比相同厚度和玻璃配置但包含传统的（非刚性）夹层的多层板的挠曲刚度至少 10%，或高至少 20% 的挠曲刚度。在某些实施方案中，当第一玻璃基板和第二玻璃基板的组合厚度小于或等于 4.0 mm，或小于或等于 3.9 mm，或小于或等于 3.7 mm 时，该多层板具有大于或等于大约 240 牛顿的挠曲刚度。此外，该多层玻璃板具有大于或等于大约 36 分贝的传声损失。

[0023] 在某些实施方案中，第一增塑的聚合物层包含增塑的聚（乙烯醇缩丁醛）和第二增塑的聚合物层包含增塑的聚（乙烯醇缩丁醛）。此外，该板材可以包括包含增塑的聚（乙烯醇缩丁醛）的第三增塑的聚合物层，其中第二增塑的聚合物层置于第一增塑的聚合物层和第三增塑的聚合物层之间。

[0024] 在某些实施方案中，第一增塑的聚合物层具有大于或等于大约 20 重量百分比的残留羟基含量。在其它实施方案中，第二增塑的聚合物层具有小于或等于大约 15 重量百分比的残留羟基含量和大于或等于大约 70 phr 的增塑剂含量。

[0025] 在某些替代实施方案中，该多层玻璃板具有比相同厚度和玻璃配置但包含传统的（非刚性）夹层的多层板的挠曲刚度更高的挠曲刚度，并且在某些实施方案中，该多层玻璃板具有具有比相同厚度和玻璃配置但包含传统的（非刚性）夹层的多层板的挠曲刚度至少 10%，或高至少 20% 的挠曲刚度。在某些实施方案中，当第一玻璃基板和第二玻璃基板的组合厚度小于或等于 4.0 mm，或小于或等于 3.9 mm，或小于或等于 3.7 mm 时，该多层板具有大于大约 250 牛顿 / 厘米或大于大约 280 牛顿 / 厘米的挠曲刚度。第一玻璃基板和第二玻璃基板的组合厚度也可以小于或等于大约 3.9 mm，或小于或等于大约 3.7 mm。

[0026] 本文还公开了一种多层玻璃板，其包含：第一玻璃基板；第二玻璃基板；和置于第一玻璃基板和第二玻璃基板之间的多层式夹层。该多层式夹层包含：第一增塑的聚合物层和与第一增塑的聚合物层相接触的第二增塑的聚合物层。所述多层式夹层具有大于或等于大约 29 摄氏度的等效玻璃化转变温度（equivalent glass transition temperature，定义见下文）。在这个实施方案中，第一玻璃基板和第二玻璃基板的组合厚度小于或等于大约 4.0 mm，且该多层玻璃板具有比相同厚度和玻璃配置但包含传统的（非刚性）夹层的多层板的挠曲刚度更高的挠曲刚度，并且在一些实施方案中，该多层玻璃板具有具有比相同厚度和玻璃配置但包含传统的（非刚性）夹层的多层板的挠曲刚度至少 10%，或高至少 20% 的挠曲刚度。在一些实施方案中，当第一玻璃基板和第二玻璃基板的组合厚度小于或等于 4.0 mm，或小于或等于 3.9 mm，或小于或等于 3.7 mm 时，该多层板具有大于或等于大约 240 牛顿 / 厘米的挠曲刚度。此外，该多层玻璃板具有大于或等于大约 36 分贝的传声损失。

[0027] 在某些实施方案中，第一增塑的聚合物层包含增塑的聚（乙烯醇缩丁醛）和第二增塑的聚合物层包含增塑的聚（乙烯醇缩丁醛）。此外，该板可以包括包含增塑的聚（乙烯醇缩丁醛）的第三增塑的聚合物层，其中第二增塑的聚合物层置于第一增塑的聚合物层和第三增塑的聚合物层之间。

[0028] 在某些实施方案中，该多层玻璃板具有比相同厚度和玻璃配置但包含传统的（非刚性）夹层的多层板的挠曲刚度更高的挠曲刚度，并且在一些实施方案中，该多层玻璃板

具有具有比相同厚度和玻璃配置但包含传统的(非刚性)夹层的多层板的挠曲刚度至少 10%，或高至少 20% 的挠曲刚度。在一些实施方案中，当第一玻璃基板和第二玻璃基板的组合厚度小于或等于 4.0 mm，或小于或等于 3.9 mm，或小于或等于 3.7 mm 时，该多层板具有大于大约 250 牛顿 / 厘米或大于大约 280 牛顿 / 厘米的挠曲刚度。第一玻璃基板和第二玻璃基板的组合厚度也可以小于或等于大约 3.9 mm，或小于或等于大约 3.7 mm。

[0029] 在其它实施方案中，所述多层式夹层具有大于或等于大约 31 摄氏度，或大于或等于大约 34 摄氏度的等效玻璃化转变温度。

[0030] 除了其它方面，本文还描述了高刚性夹层和轻量多层板(引入了该高刚性夹层)，其具有相比于传统多层板显著降低的重量，而没有与使用对称或者不对称配置的薄玻璃组合相关联的强度显著降低。例如在一个实施方案中，该轻量多层板包含两片玻璃或其它适用基板，其具有 4.0 mm 或更小的组合厚度，和至少一个具有至少大于 33°C 的玻璃化转变温度的夹层，其中夹层夹在两片基板之间。所得的多层板可以具有比传统多层板高至少 20% 的挠曲刚度。当使用组合基板厚度为 3.7 mm 的浮法玻璃或退火玻璃时，该轻量多层板可以也具有至少 285 N/cm 的挠曲刚度。

[0031] 为了便于更全面地理解本文公开的夹层和多层板，将首先定义在本申请中所用的特定术语的含义。这些定义并不应被用于限制普通技术人员如何理解这些术语，而只用于对术语如何在本文中提供更好地理解。

[0032] 本文所用的术语“聚合物夹层片”、“夹层”和“聚合物熔体片”可以指代单层片材或多层式夹层。如名字所暗示的，“单层片材”是以单层挤出的单个聚合物层。另一方面，多层式夹层可以包含多个层，包括分别挤出的多个层、共挤出的多个层或分别挤出和共挤出的多个层的任意结合。因此，该多层式夹层可以包含，例如结合在一起的两个或更多个单层片材(“复层片材”)；共挤出在一起两个或更多个层(“共挤出片材”)；结合在一起的两个或更多个共挤出片材；至少一个单层片材与至少一个共挤出片材的结合；以及至少一个复层片材与至少一个共挤出片材的结合。在本发明的各种实施方案中，多层式夹层包含至少两个直接相互接触放置的聚合物层(例如，单层或共挤出的多层)，其中每一层包含聚合物树脂。本文使用的术语“树脂”指代从混合物中移除的聚合物组分(例如，PVB)，该混合物是酸催化剂和其后的聚合物前体中和的结果。通常，增塑剂，如下面将更充分地讨论的那些，被添加到树脂中以得到增塑的聚合物。此外，树脂可以具有除聚合物和增塑剂之外的其它组分，包括，例如乙酸酯、盐类和醇类。

[0033] 同样应该注意虽然在本申请中聚(乙烯醇缩丁醛) (“PVB”) 夹层通常具体讨论为聚合物夹层的聚合物树脂，应当理解的是，可以使用除了 PVB 夹层之外的其它热塑性夹层。预期的聚合物包括但不限于聚氨酯、聚氯乙烯、聚乙烯醋酸乙烯酯及其组合。这些聚合物可以单独使用，或其它聚合物组合。相应地，应当理解的是当本申请中对于 PVB 夹层给出范围、数值和 / 或方法时(例如，增塑剂组分百分比、厚度和性能增强添加剂(characteristic-enhancing additives))，在适用的情况下，那些范围、数值和 / 或方法也适用于本文公开的其它聚合物和聚合物共混物或者可以进行普通技术人员已知的修改以适用于不同的材料。

[0034] PVB 树脂是通过已知的水相或溶剂缩醛化方法使聚(乙烯醇) (“PVOH”) 与丁醛在酸催化剂的存在下反应、分离、稳定、和干燥该树脂来生产的。这样的缩醛化方法在下述参

考文献中公开,例如美国专利 No. 2, 282, 057 和 2, 282, 026 以及 Encyclopedia of Polymer Science & Technology, 第3版, Volume 8 中的 Vinyl Acetal Polymers, 第381-399 页, B. E. Wade (2003) 中的乙烯基乙缩醛聚合物,其整个公开内容经此引用并入本文。该树脂可以以多种形式从商业上获得,例如,购自首诺公司(Solutia Inc.)的 Butvar® Resin。

[0035] 在许多实施方案中,增塑剂被添加到聚合物树脂中以形成聚合物夹层。增塑剂一般添加到聚合物树脂来增加所得的聚合物夹层的柔韧性和耐久性。增塑剂的作用原理是通过将其自身嵌入到聚合物链段之间,使链段分开一定的间距(增加了“自由体积(free volume)”),从而显著降低聚合物树脂的玻璃化转变温度(T_g),使材料变得更柔软。就此而言,可以调整夹层中增塑剂的含量来影响玻璃化转变温度(T_g)。玻璃化转变温度(T_g)是标志着从夹层的玻璃态向橡胶态转变的温度。一般来说,更高的增塑剂含量可以导致更低的 T_g 。在各种实施方案中,并且如在实施例更全面地描述的,高刚性夹层包含玻璃化转变温度大于大约 33°C 的层。

[0036] 预期的增塑剂包括但不限于,多元酸的酯、多元醇、三乙二醇二-(2-乙基丁酸酯)、三乙二醇二-(2-乙基己酸酯)(称为“3-GEH”)、三乙二醇二庚酸酯、四乙二醇二庚酸酯、己二酸二己酯、己二酸二辛酯、环己基己二酸己酯(hexyl cyclohexyladipate)、己二酸庚酯和己二酸壬酯的混合物、己二酸二异壬酯、己二酸庚基壬酯(heptylnonyl adipate)、癸二酸二丁酯,和聚合物增塑剂,如油改性的癸二酸醇酸树脂(oil-modified sebacic alkyd)和磷酸酯与己二酸酯的混合物,以及上述物质的混合物和组合。尤其优选 3-GEH。

[0037] 通常,本申请中聚合物夹层的增塑剂含量在重量/重量基础上以每百份树脂所添加的份数(“phr”)来测量。例如,如果 30 克增塑剂添加到 100 克聚合物树脂中,所得的增塑的聚合物的增塑剂含量为 30 phr。当本申请中给出聚合物层的增塑剂含量时,该特定层的增塑剂含量是根据用于产生该特定层的熔体中的增塑剂的 phr 来确定的。在各种实施方案中,高刚性夹层包含具有小于大约 35 phr 和小于大约 30 phr 的增塑剂含量的层。

[0038] 除了增塑剂之外,还可预期的是粘合控制剂(“ACA”)也可以加入到聚合物树脂中形成聚合物夹层。ACA 一般用于改变夹层的粘合性。预期的 ACA 包括但不限于美国专利 5, 728, 472 中公开的 ACA、残留的乙酸钠、乙酸钾和/或二(2-乙基丁酸)镁。

[0039] 可以引入其它添加剂到夹层中来增强夹层在最终产品中的性能和赋予夹层特定的附加性质。这样的添加剂包括但不限于染料、颜料、稳定剂(例如,紫外稳定剂)、抗氧化剂、防粘连剂、阻燃剂、红外吸收剂或阻断剂(例如,铟锡氧化物、锑锡氧化物、六硼化镧(LaB6)和铯钨氧化物)、加工助剂、流动增强添加剂、润滑剂、抗冲改性剂、成核剂、热稳定剂、紫外吸收剂、紫外稳定剂、分散剂、表面活性剂、螯合剂、偶联剂、粘合剂、涂底剂(primer)、强化添加剂和填料,以及本领域普通技术人员已知的其它添加剂。

[0040] 用于描述本申请中的聚合物夹层的聚合物树脂组分的一个参数是残留羟基含量(作为乙烯基羟基含量或聚(乙烯醇)(“PVOH”)含量)。残留羟基含量指在加工完成之后作为侧基保留在聚合物链上的羟基的量。例如,PVB 可以通过使聚(乙酸乙烯酯)水解为聚(乙烯醇),然后使聚(乙烯醇)与丁醛反应形成 PVB 来制造。在水解聚(乙酸乙烯酯)的过程中,通常不是所有的乙酸酯侧基都被转化为羟基。此外,与丁醛的反应通常不会导致所有的羟基转化为缩醛基。因此,在任何成品 PVB 中通常会有残留的乙酸酯基团(如乙酸乙烯酯基)和残留的羟基(如乙烯基羟基)作为侧基在聚合物链上存在。聚合物的残留羟基含

量一般可以通过控制在聚合物制造过程中的反应时间和反应物浓度以及其它变量来调节。当在本文中作为参数使用时,残留羟基含量按照 ASTM 1396 基于重量百分比来测量。

[0041] 在各种实施方案中,聚(乙烯醇缩丁醛)包含大约9至大约35重量百分比(wt.%)的作为PVOH计算的残余羟基,大约13至大约30 wt. %的作为PVOH计算的残余羟基,大约9至大约22 wt. %的作为PVOH计算的残余羟基或者大约15至大约22 wt. %的作为PVOH计算的残余羟基;对于本文公开的高刚性夹层,对于所述层中的一个或多个,所述聚(乙烯醇缩丁醛)树脂包含大于大约19 wt. %的作为PVOH计算的残余羟基,大于大约20 wt. %的作为PVOH计算的残余羟基,大于大约20.4 wt. %的作为PVOH计算的残余羟基,和大于大约21 wt. %的作为PVOH计算的残余羟基。该树脂也可以包含小于25 wt. %的的残余酯基、小于15 wt. %、小于13 wt. %、小于11 wt. %、小于9 wt. %、小于7 wt. %、小于5 wt. %或小于1 wt. %的作为聚乙烯酯(例如,乙酸酯)计算的残余酯基,其余为缩醛,优选丁醛缩醛,但任选地包括少量其它的缩醛基团,例如,2-乙基己醛基团(参见,例如,美国专利 No. 5, 137, 954, 其整个公开内容经此引用并入本文)

值得注意的是,对于给定类型的增塑剂,增塑剂在聚合物中的相容性很大程度上取决于该聚合物的羟基含量。具有较高残留羟基含量的聚合物通常与降低的增塑剂相容性或容量相关。相反地,具有较低残留羟基含量的聚合物通常会导致提高的增塑剂相容性或容量。一般而言,可以操控和利用聚合物的残留羟基含量和增塑剂相容性/容量之间的这种相关性来实现(allow for)添加合适量的增塑剂到聚合物树脂中,以及稳定地保持多层式夹层内增塑剂含量的差异。

[0042] 在本申请的某些实施方案中,柔性层的增强的声衰减性能与刚/硬性层的机械强度相结合来制造成多层式夹层。在这些实施方案中,中间的柔性层被夹在两个硬/刚性外层之间。这种(刚性)//(柔性)//(刚性)的配置制造了一种易于处理、可用于传统的层压法的多层式夹层,并且可以用相对薄和轻的层来构造。柔性层一般特征在于较低的残留羟基含量(例如,小于或等于16 wt%,小于或等于15 wt%,或小于或等于12 wt%)、较高的增塑剂含量(例如,大于或等于大约48 phr,或大于或等于大约70 phr)和/或较低的玻璃化转变温度(例如,小于30°C或小于10°C)。

[0043] 如本文所述的聚合物夹层片预期可通过生产可用于多层板(如玻璃层压板)的聚合物夹层片领域的普通技术人员已知的任何合适方法来制造。例如,预期聚合物夹层片可通过溶液流延、压缩模塑、注射模塑、熔体挤出、熔体喷射或本领域普通技术人员已知的生产和制造聚合物夹层片的任何其它程序形成。此外,在使用多个聚合物夹层的实施方案中,这些多个聚合物夹层预期可通过共挤出、吹塑膜、浸涂、溶液涂布、刮刀、桨板(paddle)、气刀、印刷、粉末涂布、喷涂或本领域普通技术人员已知的其它方法形成。尽管本领域普通技术人员已知的制造聚合物夹层片的所有方法都预期可作为制造本文中所述的聚合物夹层片的可能方法,但本申请着重研究通过挤出和共挤出法生产的聚合物夹层片。本公开的最终多层玻璃层压板使用本领域已知的方法形成。

[0044] 一般而言,在其最基本的意义上,挤出是一种用于制造具有固定横截面轮廓的物体的方法。这通过推出或牵拉材料穿过具有成品所需的横截面的模头来实现。

[0045] 在挤出方法中,热塑性树脂和增塑剂,包括任何上述那些树脂和增塑剂,通常被预混并给料至挤出机设备。常常使用添加剂,如着色剂和UV抑制剂(以液体、粉末或小粒形

式),并且可在到达挤出机设备之前将其混入热塑性树脂或增塑剂中。这些添加剂被引入到热塑性聚合物树脂,并且引申开来,被引入到所得的聚合物夹层片中,以增强聚合物夹层片的某些性质及其在最终的多层玻璃板产品中的性能。

[0046] 在挤出机设备中进一步混合和熔融热塑性原材料的颗粒和增塑剂,包括任何上述那些树脂、增塑剂和其它的添加剂,产生温度和组成大致均匀的熔体。一旦该熔体到达挤出机设备末端,该熔体被推入挤出机模头。挤出机模头是热塑性挤出法的部件,其为最终聚合物夹层片产品提供其轮廓。通常,模头设计为使得该熔体从出自模头的圆柱轮廓均匀地流成产品的最终轮廓形状。通过模头可赋予最终聚合物夹层片多种形状,只要存在连续的轮廓。

[0047] 值得注意的是,对本申请的目的而言,在挤出模头将熔体成形成连续轮廓后的状态下的聚合物夹层将被称作“聚合物熔体片”。在该方法的这一阶段,挤出模头已赋予热塑性树脂特定轮廓形状,由此产生聚合物熔体片。该聚合物熔体片整体非常粘并且为大致熔融态。在该聚合物熔体片中,熔体尚未冷却至片材大致完全“凝固”的温度。因此,在聚合物熔体片离开挤出模头后,一般在当前采用的热塑挤出方法中的下一步骤是用冷却设备冷却聚合物熔体片。之前采用的方法中所用的冷却设备包括但不限于,喷雾器、风扇、冷却浴和冷却辊。冷却步骤用于将聚合物熔体片凝固成具有大致均一的非熔融冷却后温度的聚合物夹层片。与聚合物熔体片不同,这种聚合物夹层片不处于熔融态并且不是非常粘。相反,其是凝固的最终形式的冷却聚合物夹层片产品。对本申请目的而言,这种凝固和冷却的聚合物夹层被称作“聚合物夹层片”。

[0048] 在挤出法的某些实施方案中,可以使用共挤出法。共挤出是一种同时挤出多层聚合物材料的方法。通常,这种类型的挤出使用两个或更多个挤出机以熔融和将稳定体积吞吐量的具有不同粘度或其它性质的不同热塑性熔体输送穿过共挤出模头成为所需最终形式。通常可通过调节穿过挤出模头的熔体的相对速度和通过加工各熔融热塑性树脂材料的各挤出机的尺寸来控制在共挤出法中离开挤出模头的所述多个聚合物层的厚度。

[0049] 如上所述,本公开的夹层可以用作单层片材或多层片材。在各种实施方案中,本公开的夹层(作为单层片材或作为多层片材)可以并入多层板中,并且最常见的是,置于两片基板之间。公开的多层板的两片基材板可以由玻璃、塑料或已知用于多层板生产的任何其它适用基材组成,但最常见的是由玻璃组成。这种结构的一个例子是:(玻璃)//(夹层)//(玻璃)。在一个基板由玻璃组成的实施方案中,预期玻璃可以是退火的、热强化的或回火的。此外,这两片基板可以具有相同的厚度(例如,2 mm 和 2 mm)或者可以具有不对称的厚度(例如,1.5 mm 和 2.5 mm)。最关键的是,板的组合厚度为 4.0 mm 或更小。在一个实施方案中,对于将用在挡风玻璃应用中的板,多层玻璃板的基板的组合厚度为 3.7 mm 或更低,对于用在侧窗和后窗应用中的板为 3.7 mm 或更低和对于用在天窗应用中的板为 4.0 mm 或更低。

[0050] 没有任何限制于任何理论或运行机理的意图,为什么该多层玻璃板,即使在板通过不对称或对称配置具有减少的玻璃厚度的实施方案中,具有改进强度的理由,是因为该多层板的夹层有利于板的整体强度。这是因为该多层板中的夹层具有高刚性,在弯曲时能提供显著的膜应力至最大挠曲刚度。

[0051] 在公开的多层板中引入高刚性夹层产生了强度比具有相同类型和厚度的基板但

包含传统夹层的多层板更大的多层板。这是因为不同于传统夹层，公开的多层板的夹层对板的整体强度和刚度的贡献更大。因此，与传统观点相反，该多层板的厚度可以降低，而不会降低板的强度。

[0052] 对本公开的目的而言，传统夹层，如传统 PVB（称为“传统夹层”或“传统 PVB”）是含有单层或单片夹层，如单片 PVB 夹层并显示出大约 30°C 的玻璃化转变温度的夹层。传统 PVB 可以由 PVB 树脂和如下表 1 所示的增塑剂含量来生产。传统 PVB 也可以由具有不同羟基含量的 PVB 树脂和不同含量的增塑剂制成，以满足玻璃化转变温度为大约 30°C。传统的隔音多层式夹层(acoustic multilayered interlayer)，如传统的隔音多层 PVB 夹层(称为“传统隔音 PVB”)是包含至少一层传统 PVB（即传统 PVB)和至少一层柔性或隔音 PVB（显示出小于大约 30°C 的玻璃化转变温度)的夹层。

[0053] 使用本公开的夹层的玻璃层压板可通过已知工艺制备。聚合物夹层和玻璃经组装和加热至大约 25°C 至 60°C 的玻璃温度，然后通过一对夹辊(nip rolls) 排出滞留的空气来形成组件。然后加热该压缩的组件，例如通过红外辐射或在对流烤箱中，到大约 70°C 至 120°C 的温度。然后加热后的组件通过第二对夹辊，接着在大约 130°C 至 150°C 和大约 1000 至 2000 千帕(kPa)下压热加工 (autoclaving) 该组件大约 30 分钟。也可以使用非压热方法，如在美国专利 5, 536, 347 中公开的那些(其整个公开内容经此引用并入本文)。此外，除了夹辊，其他本领域已知的用于夹层 - 玻璃界面脱气，并且可工业实施的方法包括真空袋和真空环方法，其中使用真空来移除空气。

[0054] 为了帮助理解本公开的夹层，了解与聚合物夹层片相关的性质和特征以及测量聚合物夹层片的这些性质和特征所用的公式也是有用的。确定高刚性 PVB 夹层对于多层板的整体强度和刚度的贡献的一种定量方式是“挠曲刚度(deflection stiffness)”。挠曲刚度是通过三点弯曲方法测定的，该方法测试板的边缘强度、刚度、挠曲模量(flexural modulus) 和机械刚度。在该方法中，聚合物夹层试验片被层压在两个基板之间形成板。在一个实施方案中，厚度大约为 0.76 毫米的聚合物夹层试验片被层压在两片玻璃之间，每片玻璃具有 2.3 毫米的厚度，2.54 厘米的宽度和 30.5 厘米的长度。夹层和玻璃这样的厚度、宽度和长度仅仅作为示例而非限制性的。例如，不同的玻璃厚度和配置(例如，不对称配置)也常常使用三点弯曲方法来测试。

[0055] 在层压过程之后，接受弯曲试验之前，板在恒定湿度(50%) 和温度(23°C) 下适应 1-2 个小时。在该试验中，两个跨距为 19.0 厘米的固定支架被应用在板的底面。第三点是直径为 0.953 厘米且长度为 5.08 厘米的圆柱杆，将其应用在板的顶面，大致在板的中心。然后在第三点施加一个力从而在试验板上产生大约 1.27 mm/min 的恒定速度。图 1 提供了该三点弯曲试验的一个实施方案的示图。记录试验板上的荷载(以牛顿，N 计量) 和试验板的挠曲(以厘米，cm 计量) 的值。然后如图 2 所示，将这些值相对于彼此绘制成图来确定层压板的刚性(挠曲刚度，以 N/cm 测量)，其与通过绘制荷载对板的挠曲得到的线在玻璃破碎或荷载明显下降之前的平均斜率是相等的，即，在破碎或荷载明显下降之前的最大荷载除以相应的挠曲。

[0056] 用于表征包含本发明的多层式夹层的玻璃层压板的声衰减是通过在与 4.8 毫米(3/16 英寸)厚的参比单片玻璃板的谐振频率(coincident frequency) 相应的频率下的传声损失来测定的。

[0057] 对本发明的目的而言,“谐振频率”表示板由于“谐振效应”而显示出传声损失突降时的频率。参比板的谐振频率(f_c)通常在 2000 至 6000 赫兹范围内,并且可以由下述算法估算:

$$f_c = \frac{15,000}{d}$$

其中,“d”是以毫米为单位的玻璃总厚度,和“ f_c ”以赫兹为单位。

[0058] 对于具有固定尺寸的参比板和本公开的层压板/多层板,声传播的减少(即传声损失)在 20°C 的固定温度下按照 ASTM E90 (05) 测定。试验板的尺寸是长 80 厘米,宽 50 厘米,参比板的厚度和多层式夹层板的玻璃的组合厚度如表 2 所示。

[0059] 在本公开的多种实施方案中,当多层式夹层被层压在两片玻璃之间时,其显示出如传统隔音夹层的声传播减少,传声损失一般大于 35 分贝(dB)和大于 36 dB。在本公开的其他实施方案中,当多层式夹层被层压在两片玻璃之间,其显示出与传统隔音夹层相同的声传播减少,传声损失一般大于大约 39 分贝(dB)。

[0060] 玻璃化转变温度也用于描述本公开的聚合物夹层。玻璃化转变温度(T_g)通过动态力学分析(DMA)来测定。DMA 测量以帕斯卡为单位的储能(弹性)模量(G')、以帕斯卡为单位的耗能(粘性)模量(G'')、在给定频率下作为温度的函数的样品损耗(阻尼)因子(LF) [$\tan(\delta)$] 和温度扫描速率。聚合物片样品在振荡频率为 1 赫兹,样品温度以 2°C / 分钟的速率从 -20°C 升高到 70°C 时的剪切模式下测试。然后通过损耗因子峰值在温度标尺上的位置以°C 计确定 T_g 。

[0061] 为了进一步限定包含至少一个高刚性层和一个声衰减层的多层式夹层,使用了夹层的等效玻璃化转变温度(T_{eq})。上述两层的等效玻璃化转变温度定义如下:

$$T_{eq} = \frac{(T_{g1} \times w_1) + (T_{g2} \times w_2)}{w_1 + w_2}$$

其中, T_{g1} 是高刚性层的玻璃化转变温度, w_1 是高刚性层的厚度, T_{g2} 是声衰减层的玻璃化转变温度,和 w_2 是声衰减层的厚度。

[0062] 对于包含除高刚性层和声衰减层之外的附加层的多层式夹层,等效玻璃化转变温度定义为每一层的玻璃化转变温度乘以相应层的厚度所得值的总和并且将该总和除以夹层的总厚度。

[0063] 实施例

用夹层厚度为大约 0.76 mm 的所公开的高刚性夹层单片(也就是,单层)夹层(命名为“刚性 PVB-1”和“刚性 PVB-2”,如表 1 中所示)构建了不同玻璃配置厚度的多层板。类似地,用隔音单片夹层(命名为“柔性 PVB”,如表 1 中所示)和夹层厚度为大约 0.76 mm 的传统单片夹层(命名为“传统 PVB”,如表 1 中所示)构建了不同玻璃配置厚度的多层板。所有多层玻璃板接受三点弯曲试验方法来测定挠曲刚度。

表 1

夹层类型	PVB 中的 PVOH 含量 (重量%)	PVB 中的 增塑剂 (3-GEH) 含量(phr)	玻璃化 转变温度 (°C)	玻璃配置 (mm)	挠曲刚度 (N/cm)
柔性 PVB	16	48	20	2.3/2.3	288
				2.1/2.1	244
				2.3/1.6	206
				2.1/1.6	164
传统 PVB	19	38	30	2.3/2.3	373
				2.1/2.1	318
				2.3/1.6	287
				2.1/1.6	242
刚性 PVB-1	19	30	35	2.3/2.3	539
				2.1/2.1	433
				2.3/1.6	382
				2.1/1.6	360
刚性 PVB-2	19	20	46	2.3/2.3	1198
				2.1/2.1	988
				2.3/1.6	823
				2.1/1.6	785

[0064] 从表 1 中的结果可以看出,本公开的“刚性 PVB”夹层与传统或柔性夹层相比对多层板的刚度有高的贡献。实际上,具有所公开的刚性或高刚性夹层(即“刚性 PVB”)的多层板会形成挠曲刚度比具有相同厚度和玻璃配置但含有传统的(非刚性)夹层的多层板的挠曲刚度至少 20% 的多层板。

[0065] 表 1 进一步表明增塑剂含量有助于聚合物夹层片的刚度。如表 1 所示,具有 30 phr 或更少的增塑剂含量的聚合物夹层片与更高的挠曲刚度水平相关——增塑剂在聚合物夹层中的百分比越低,该夹层刚性越强。因此,增塑剂含量可作为制造和鉴别刚性更强的聚合物夹层片的参数。

[0066] 表 1 还表明除了增塑剂含量之外,多层板的挠曲刚度直接与多层板中的 PVB 夹层的玻璃化转变温度相关——PVB 夹层的玻璃化转变温度越高,多层板的抗弯刚度越高。这样的相关性进一步显示在图 3 中,其描绘了表 1 中的夹层和玻璃配置的挠曲刚度对玻璃化转变温度。图 3 还显示了挠曲刚度很大程度上受夹在基板之间的夹层的性质影响。

[0067] 此外,图 3 表明对于各个玻璃配置,挠曲刚度对夹层的玻璃化转变温度中存在明显的拐点,并且发生在大约 33°C。在此温度之上,多层板的挠曲刚度在 33°C 或更高的温度下比在低于 33°C 的温度下增长更为快速。因此,玻璃化转变温度为大约 33°C 或更高的 PVB 夹层能导致具有高刚性/刚度的夹层。相比之下,传统 PVB 夹层一般具有 30°C 的玻璃化转变温度。

[0068] 所公开的夹层对挠曲刚度的影响进一步显示在图 3 中。具体而言,图 3 显示了通过使用所公开的高刚性夹层,在保持相等的挠曲刚度的同时可以有效降低玻璃厚度。这可以通过如图 3 所示的下述过程表示。从表示具有 2.1/2.1 玻璃厚度配置的板和传统 PVB 夹层的点处开始(即玻璃化转变温度为 30°C)绘制一条水平线(长虚线)直到该水平线与 2.1/1.6 玻璃偏配置的挠曲刚度对玻璃化转变温度曲线相交。从交点处得到相应的温度(T_{g2})。此

温度, 大约为 33.8°C , 对应于在挠曲刚度上与具有 2.1/2.1 玻璃配置和传统 PVB 夹层(即 30°C)的板等效的具有 2.1/1.6 玻璃配置的板中的刚性 PVB 夹层。换言之, 具有 2.1/1.6 玻璃偏配置和具有 T_{g2} (33.8°C)的玻璃化转变温度的夹层的板将具有与具有 2.1/2.1 玻璃配置和传统 PVB 夹层的板等效的挠曲刚度。

[0069] 然后将此长虚线从 2.1/1.6 挠曲刚度曲线的交点处垂直向上绘制直到该垂直线与 2.1/2.1 玻璃配置的挠曲刚度曲线相交。与 2.1/2.1 玻璃挠曲刚度曲线上的交点对应的挠曲刚度确定为大约 390 N/cm 。因此, 当在相同的玻璃配置下(即 2.1/2.1)时, 具有玻璃化转变温度为 33.8°C 的 PVB 夹层的板比具有传统 PVB 夹层的板(挠曲刚度为 318 N/cm)的刚度高大约 22.6%。

[0070] 上述过程可应用于具有传统夹层的 2.3/2.3 玻璃板。如图 3 所示, 包含传统夹层的 2.3/2.3 玻璃板具有大约为 373 N/cm 的挠曲刚度。然后绘制一条水平线(图 3 中的短虚线)至该线与 2.1/2.1 玻璃板相交的点以确定所公开的夹层的玻璃化转变温度(即 $T_{g1} = 33.4^{\circ}\text{C}$)。可以看出, 与 2.3/2.3 玻璃板中的所公开的夹层(即 33.4°C 的玻璃化转变温度)相对应的挠曲刚度大约为 470 N/cm (如图 3 中所示的短虚线)。因此, 所公开的夹层将有助于将板的整体挠曲刚度增加 26%(即 470 N/cm 对比 373 N/cm)

图 4 描绘了表 1 中的挠曲刚度对夹层的组合玻璃厚度。该图进一步表明了公开的夹层对多层板的挠曲刚度的影响。如图 4 清楚地显示的, 刚性 PVB-1 以下述方式贡献于多层板的挠曲刚度: 轻量玻璃板(即 3.7mm 的总组合玻璃厚度)的挠曲刚度基本上等效于具有 4.6 mm 的组合玻璃厚度且包含传统 PVB 夹层的更重的多层板。因此, 具有刚性 PVB-1 的多层板可以承受从具有传统 PVB 夹层和 4.6 mm 的组合玻璃厚度的多层板中减少多达 0.9 mm 的玻璃厚度, 或节省 19.6% 的玻璃重量, 同时保持等效的刚度和机械刚度。

[0071] 在本申请的另一个实施方案中, 具有高刚度层的多层式夹层也被并入到多层板中。例如, 除了两片具有 4.0 mm 或更小的组合厚度的基板和刚性 PVB 层(也就是, 具有至少 33°C 的玻璃化转变温度的 PVB 层)之外, 轻量多层板可以进一步包含显示出显著低于传统 PVB 的玻璃化转变温度的 PVB 层(即第二 PVB 层)。在一个实施方案中, 该第二 PVB 层具有 15°C 或更低的玻璃化转变温度。通过引入该具有低玻璃化转变温度的附加 PVB 层来改进多层板的声衰减(即降噪)。

[0072] 表 2 提供了对于各种玻璃配置(以形成各种厚度的多层玻璃板), 所公开的多层式夹层结构(命名为“夹层 1-8”)的多个实施例。“传统隔音 PVB”夹层指代之前使用的传统隔音夹层。所有多层式夹层接受三点弯曲方法来测定挠曲刚度。表 3 提供了表 2 中所示层的组成和特性。

表 2

夹层 No	多层式夹层结构			等效玻璃化转变温度 (°C)	玻璃配置 (mm or mm/mm)	挠曲刚度 (N/cm)	传声损失 (dB)
	层 1	层 2	层 3				
参比	-	-	-	-	4.7	-	29
传统隔音 PVB	PVB-1	PVB-2	PVB-1	25.9	2.3/2.3	315	39
					2.1/2.1	282	39
					2.1/1.6	213	39
夹层-1	PVB-3	PVB-4	PVB-3	28.3	2.3/2.3	335	34
					2.1/2.1	299	34
					2.1/1.6	234	34
夹层-2	PVB-5	PVB-2	PVB-5	31.5	2.3/2.3	350	40
					2.1/2.1	326	39
					2.1/1.6	258	39
夹层-3	PVB-6	PVB-2	PVB-6	33.2	2.3/2.3	402	39
					2.1/2.1	362	39
					2.1/1.6	280	39
夹层-4	PVB-7	PVB-2	PVB-7	34	2.3/2.3	403	39
					2.1/2.1	378	39
					2.1/1.6	290	39
夹层-5	PVB-7	PVB-8	PVB-7	35.2	2.3/2.3	437	38
					2.1/2.1	406	38
					2.1/1.6	318	38
夹层-6	PVB-9	PVB-2	PVB-9	29	2.3/2.3	341	39
					2.1/2.1	314	39
					2.1/1.6	240	39
夹层-7	PVB-10	PVB-2	PVB-10	30.7	2.3/2.3	363	39
					2.1/2.1	317	39
					2.1/1.6	242	39
夹层-8	PVB-7	PVB-11	PVB-7	32.2	2.3/2.3	388	39
					2.1/2.1	345	39
					2.1/1.6	277	39

表 3

PVB 层	PVB 中的 PVOH 含量 (wt %)	PVB 中的 增塑剂 (3-GEH) 含量(phr)	片厚度 (mil)	玻璃化 转变温度 (°C)
PVB-1	18.7	38	14	30
PVB-2	11.8	75	5	3
PVB-3	15.4	28	13	32
PVB-4	11.8	55	5	9
PVB-5	21	35	13	37
PVB-6	21	30	13	39
PVB-7	21	28	13	40
PVB-8	11.8	75	4	3
PVB-9	20.4	35	13	34
PVB-10	20.8	34	13	36
PVB-11	10	75	5	-3

[0073] 如表 2 所示,多层式夹层 2-8 中的高刚性层(层 1 和 3)对多层板的挠曲刚度有贡献使得,轻量玻璃配置(即 3.7 mm 的组合玻璃厚度)的挠曲刚度基本上等效于具有传统多层式夹层(命名为“传统隔音 PVB”)的更重的多层板(即 4.2 mm 的组合玻璃厚度)。因此,当与更重的、之前使用的包含传统多层式夹层的多层板相比时,包含公开的多层式夹层(即夹层 2-8——包括高刚性 PVB 层(层 1 和 3)和声衰减夹层(层 2))的多层板可以承受玻璃厚度减少多达 0.5 mm,或节省 11.9% 的玻璃重量。此外,包含具有高刚性层的多层式夹层的轻量多层板保持了与更重的、之前使用的包含传统多层式夹层的多层板相等的刚度、机械刚度和隔音性能。

[0074] 表 2 还说明了多层式夹层板的挠曲刚度对等效玻璃化转变温度的依赖性。提高夹层的玻璃化转变温度会增加其挠曲刚度。明显的是包含具有至少 28.5°C 和更高的等效玻璃化转变温度的夹层的板具有比包含传统隔音 PVB 夹层的板更高的挠曲刚度。

[0075] 应该注意的是,虽然夹层 -1 提供了比传统隔音 PVB 夹层更高的挠曲刚度,其声衰减明显较低,对于要求声衰减的应用来说是不可取的。因此,声衰减显著降低的多层式夹层,如夹层 -1 一般是非优选的。

[0076] 虽然已经连同某些实施方案的描述,包括目前认为是优选的实施方案的那些,公开了本发明,但该详述的意图在于举例说明,不应理解为限制本公开的范围。如本领域普通技术人员所理解的,本发明包括本文中详细描述的那些之外的实施方案。在不背离本发明的精神和范围的情况下,可以对所描述的实施方案进行修改和变动。

[0077] 进一步可理解的是,若兼容的话,对于本公开中任何单个组分给出的范围、数值或特性中的任何一个可以与对于本公开中其它组分中的任何一个给出的任何范围、数值或特性可互换地使用,以构成对于这些组分中的每一个都具有确定值的实施方案,就如在本文中自始至终给出一样。例如,若兼容的话,可以形成除所给的残余羟基含量的任何范围之外还包含所给的任何范围的增塑剂含量的聚合物层,从而形成许多在本发明范围内但因为过于繁琐而难以穷举的变化形式。

施加在横梁中心的力
弯曲速率 = 1.27mm/min

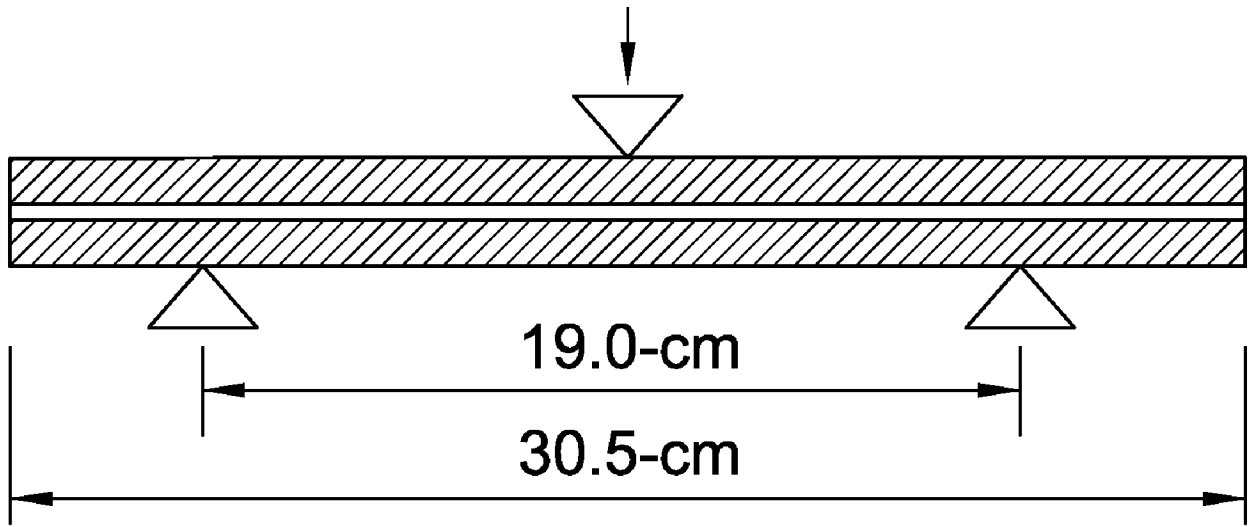


图 1

载荷 vs. 挠曲

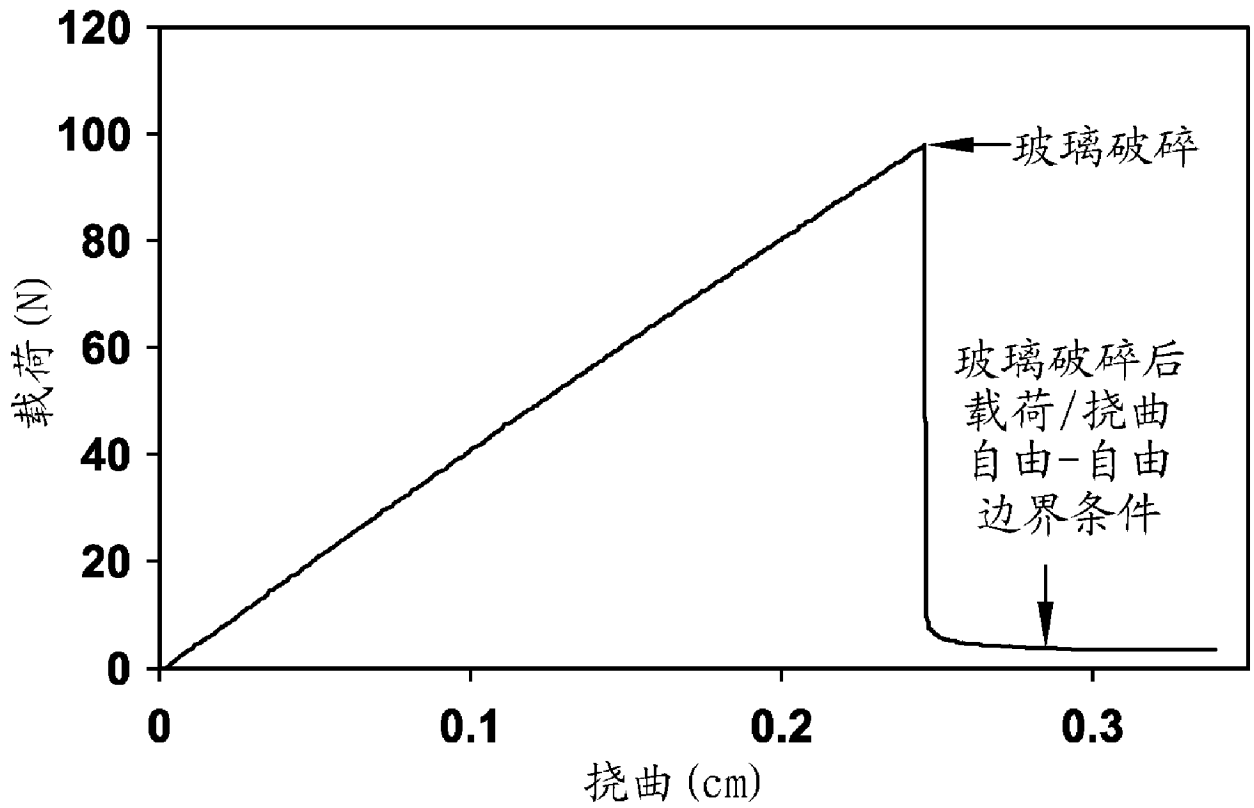


图 2

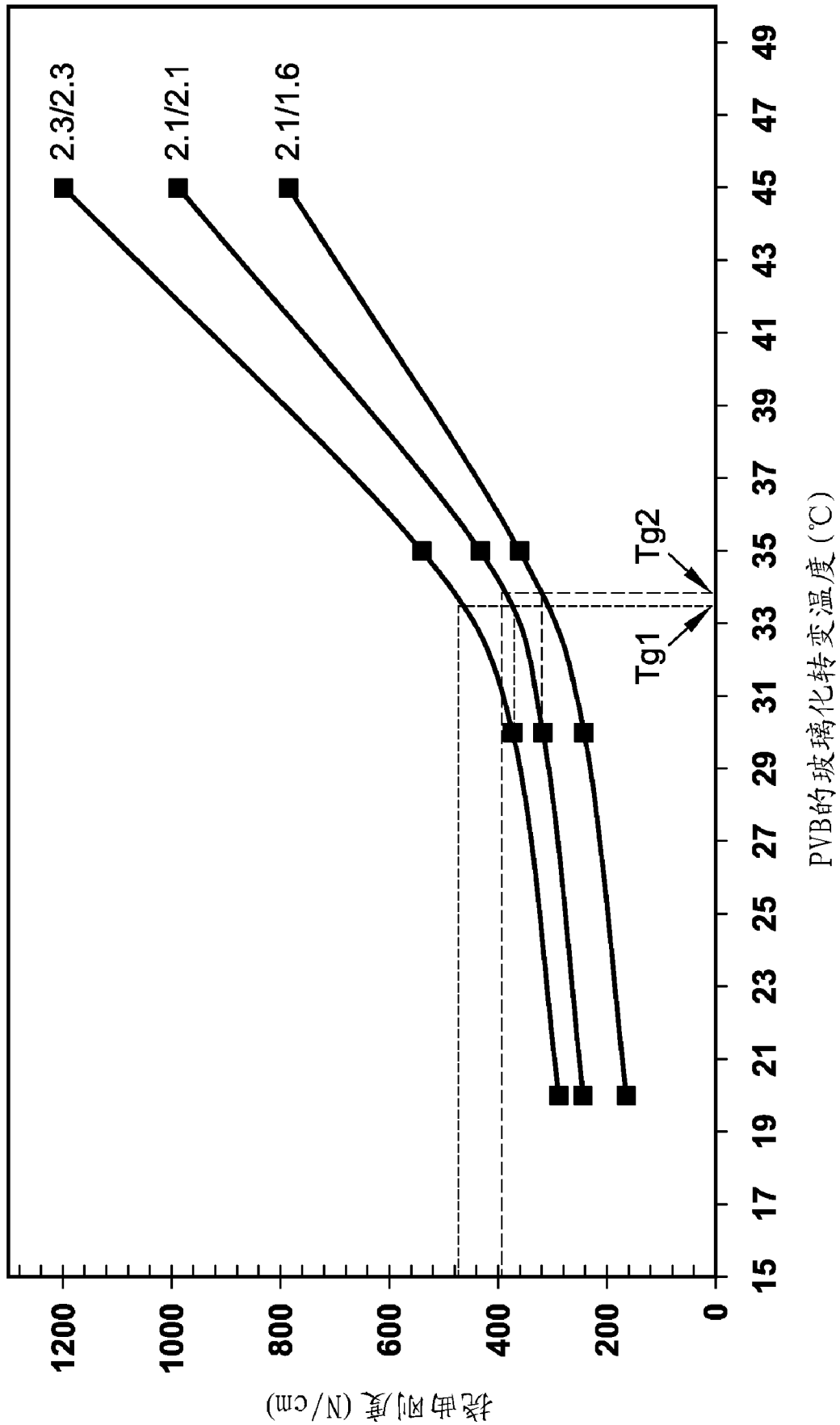


图 3

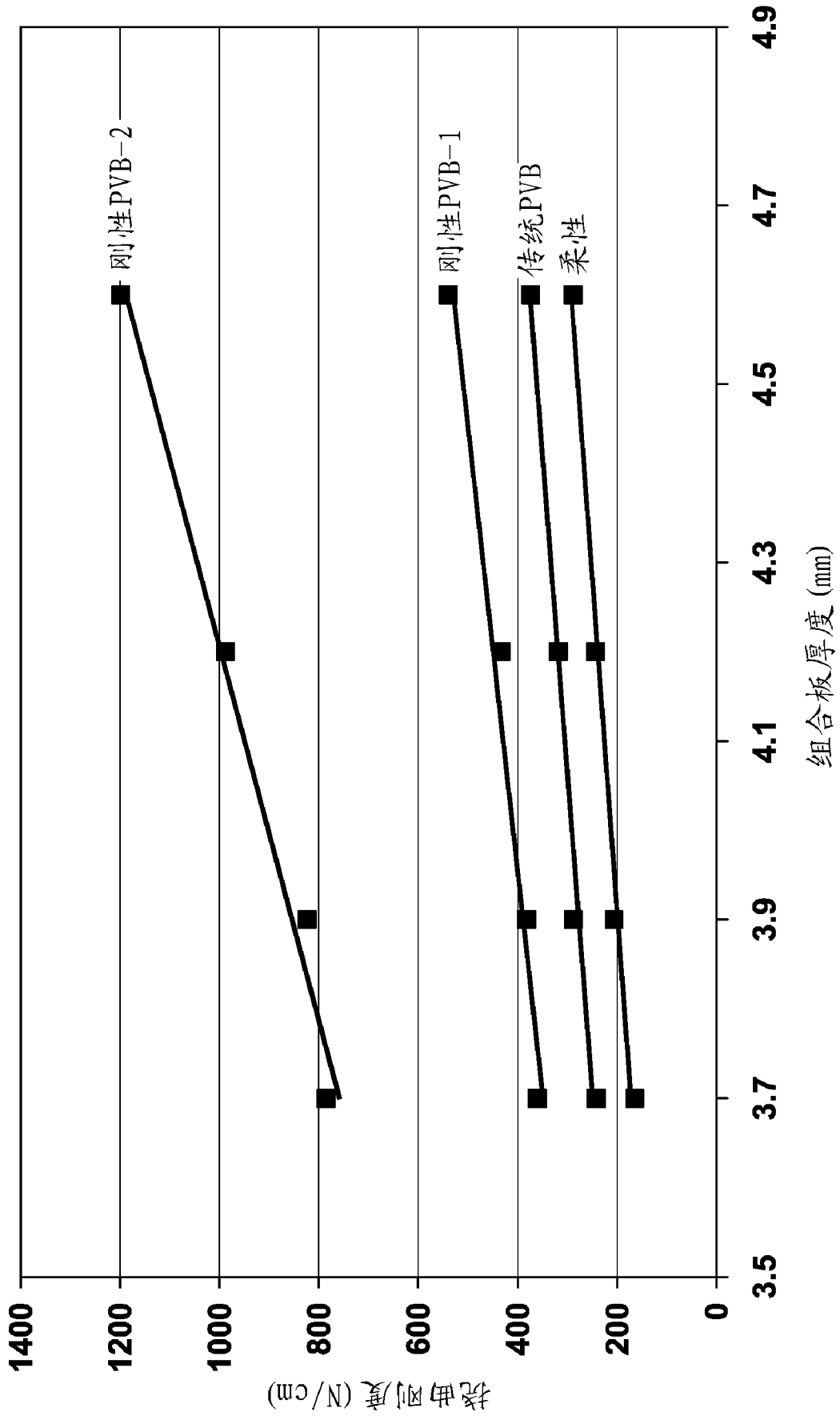


图 4