

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
B60R 13/08 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200480032307.4

[45] 授权公告日 2009年12月30日

[11] 授权公告号 CN 100575149C

[22] 申请日 2004.10.29

[21] 申请号 200480032307.4

[30] 优先权

[32] 2003.10.31 [33] US [31] 60/516,539

[86] 国际申请 PCT/US2004/035911 2004.10.29

[87] 国际公布 WO2005/044630 英 2005.5.19

[85] 进入国家阶段日期 2006.4.29

[73] 专利权人 陶氏环球技术公司

地址 美国密歇根州

[72] 发明人 S·J·西亚沃塞 E·杜本斯基

E·G·欧文 J·都铎 X·陶

J·布兰东 D·A·布龙

[56] 参考文献

US6296075B1 2001.10.2

US6145617A 2000.11.14

US5554830A 1996.9.10

US5266143A 1993.11.30

CN1080662C 2002.3.13

JP2513500 1996.4.30

CN1094847C 2002.11.27

审查员 金善科

[74] 专利代理机构 北京戈程知识产权代理有限公司

代理人 程伟

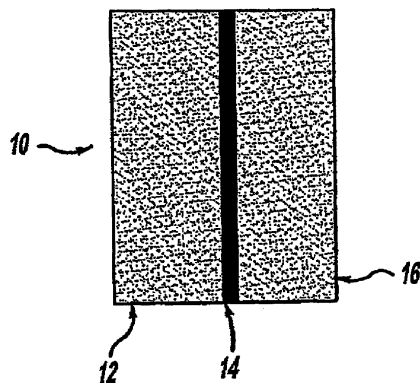
权利要求书 2 页 说明书 14 页 附图 15 页

[54] 发明名称

隔音系统

[57] 摘要

本发明涉及一种隔音系统(10)。该隔音系统(10)包括第一吸音层(12)。隔音层(14)靠近第一吸音层(12)。还设置第二吸音层(16)，其靠近隔音层(14)。



1. 一种隔音系统 (10), 包括:
 - 第一吸音层 (12), 其厚度在 0 mm 和 100 mm 之间;
 - 靠近所述第一吸音层的基本上不透水的隔音层 (14), 其厚度在 0.1 mm 和 50 mm 之间; 和
 - 靠近所述隔音层的第二吸音层 (16), 其厚度在 0 mm 和 100 mm 之间;其中所述第一吸音层包括泡沫或纤维层, 所述第二吸音层包括泡沫或纤维层, 以及所述隔音层包括丙烯腈-丁二烯-苯乙烯、耐冲击性聚苯乙烯、聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚乙烯、聚丙烯、乙酸乙烯、多乙酸乙烯酯、聚氯乙烯或者石蜡板, 其中所述隔音层的表面重量大于 0.1 kg/m^2 ; 并且其中所述系统的弯曲硬度在 0.18 N/mm 到 45 N/mm 之间。
2. 根据权利要求 1 所述的隔音系统, 其中所述隔音层的表面重量大于 0.4 kg/m^2 。
3. 根据权利要求 1 所述的隔音系统, 其中所述第一和所述第二吸音层的厚度都在 0 mm 和 50 mm 之间。
4. 根据权利要求 1-3 中任意一项所述的隔音系统, 其中所述第一和第二吸音层中的至少一个使所述隔音层减振, 以降低所述隔音层的振动。
5. 根据权利要求 4 所述的隔音系统, 其中所述第一和第二吸音层中的至少一个包括泡沫。
6. 根据权利要求 5 所述的隔音系统, 其中所述泡沫包括粘弹性泡沫。
7. 根据权利要求 6 所述的隔音系统, 其中所述泡沫的杨氏模量小于 $7.0 \text{ e}+5 \text{ Pa}$ 。

8. 根据权利要求 1 所述的隔音系统, 其中所述第一吸音层包括粘弹性泡沫。

9. 根据权利要求 8 所述的隔音系统, 其中所述第一吸音层适于放置在基板上。

10. 根据权利要求 9 所述的隔音系统, 其中所述第二吸音层包括次品。

隔音系统

本申请要求 2003 年 10 月 31 日申请的申请号为 60/516,539 的美国临时申请为优先权。在这里引用上述申请的公开的内容。

技术领域

本发明涉及一种隔音系统。

背景技术

汽车制造商正在努力降低车辆的总噪音和振动。限制噪音和振动与不平顺性 (NVH) 已经变成汽车设计时需要重点考虑的方面。之前, 发动机噪音是车辆总噪音的主要源头。最近, 其他噪音源、例如轮胎、气流和排气系统制造的噪音变得与发动机噪音一样需要降低。外在的行驶噪音已经通过政府限制进行控制。而内在的车辆噪音限制是降低车辆噪音的消费需求的直接结果。

我们需要减少内在和外在的车辆噪音。因此, 大部分的努力都是降低内在的车辆噪音。其中一种方法是使用隔板或前隔板毡 (dashmat)。这种前隔板毡用于降低发动机传递到车辆内部的噪音。通常这种前隔板毡位于或靠近基板、例如前围板, 以减少发动机通过前围板传递到车辆内部的噪音量。

现有的前隔板毡通常由泡沫 (板状或铸造泡沫 (slab or cast foam)) 制成的分离器 (decoupler) 和热塑性聚烯烃 (TPO) 或乙酸乙烯板 (EVA) 制成的隔板制成。这些前隔板毡用于降低整个发动机室的噪音。这种隔板型的前隔板毡通常相对较重, 以达到所需的降噪效果。

最近, 已经使用了较轻的前隔板毡。较轻的前隔板毡使用具有吸收性的材料, 例如劣质棉花 (shoddy cotton)。这种类型的前隔板毡吸收和消散从发动机室传到车辆内部的发动机噪音, 而不是阻挡发动机噪音。在授权给 Alts 并转让给 Rieter Automotive AG 的美国专利 US 6,145,617 中公开了这种较轻的前隔板毡系统。在授

权给 Gish 等人并转让给为 Lear Corporation 的美国专利 US 6,296,075 中公开了另一种较轻的前隔板毡系统。这些较轻的前隔板毡系统还能降低车辆的总重量。

然而在日本申请 2000-209070 和 2000-209059 和欧洲专利申请 EP 1,428,656 A1 中公开了另一种前隔板毡系统。这些申请公开了包括吸音材料和挡音材料的隔音材料。

这种前隔板毡的主要功能是降低车辆内部的噪音量。传统地，已知根据质量定律阻挡噪音可以提供最好的噪音传递损失和噪音降低。传递损失和噪音降低通常是确定噪音降低量的测量参数。

如果隔板覆盖所有的孔和通道则阻挡噪音才会有效。如果不能全部覆盖，则会出现泄漏，且 NVH 性能也会下降。由于前隔板毡用于车辆上具有开口或通道的各个区域，例如空调或转向柱区域，阻挡技术没有效果。通常在某个使用阻挡技术的前隔板毡上，隔音泡沫（即分离器）没有效果，不能表现出较好的吸音性能。因此，在噪音通过前隔板毡传递时不能被充分的消散。

因此需要提供一种较轻的前隔板毡，其在车辆行驶时既可以处理通过前围板传递的发动机室噪音还可以处理其他噪音源传递到驾驶室的噪音。另外，需要提供一种前隔板毡系统，其可根据特定车辆应用进行调节或调整。

发明内容

根据本发明的一个实施例，提供一种吸音系统。该吸音系统包括第一吸音层。隔音层靠近第一吸音层。该系统还包括靠近隔音层的第二吸音层。所述隔音层的表面重量(surface weight)大于大约 0.1kg/m^2 。

根据本发明的第二实施例，提供一种减振系统。该减振系统包括减振层。隔音层靠近该减振层。吸音层靠近隔音层。

附图说明

通过下面的详细说明和附图可以更好地理解本发明，其中：

图 1 是本发明一个实施例的截面图；

图 2 是本发明可选择实施例的截面图；

图 3 是本发明另一个可选择实施例的截面图；
图 4 是本发明另一个可选择实施例的截面图；
图 5 是本发明另一个可选择实施例的截面图；
图 6 是本发明另一个可选择实施例的截面图；
图 7 是本发明另一个可选择实施例的截面图；
图 8 是本发明另一个可选择实施例的截面图；
图 9 是本发明另一个可选择实施例的截面图；
图 10 是表示噪音降低结果的图表；
图 11 是表示噪音降低结果的图表；
图 12 是表示噪音降低结果的图表；
图 13 是表示测试结果的图表；
图 14 是表示表面重量的图表；
图 15 是表示噪音降低测试结果的图表；
图 16 是表示插入损失(insertion loss)测试结果的图表；
图 17 是表示插入损失的图表；
图 18 是表示减振测试结果的图表；
图 19 是表示减振测试结果的图表；
图 20 是表示插入损失测试结果的图表； 以及
图 21 是表示减振测试结果的图表。

具体实施方式

下面优选实施例的说明只是举例说明，没有限制本发明、本发明的应用和使用。

图 1 是本发明一个实施例的截面图。如图 1 所示，隔音系统通常由标记 10 表示。隔音系统 10 为多层系统。隔音系统 10 通常包括由标记 12 表示的第一吸音层。由标记 14 表示的隔音层靠近第一吸音层 12。通常由标记 16 表示的第二吸音层靠近隔音层 14。如图所示，第一吸音层 12 和第二吸音层 16 布置在隔音层 14 的两侧。这里使用的吸音层 12 和 16 有时被称作 A 层。类似地，隔音层 14 有时被称作 B 层。整个系统被称作 ABA 系统。

所示的系统 10 具有多层前隔板毡，其优选地用于降低通过前

围板传递到车辆内部的噪音。除了具有阻挡噪音的特性，系统 10 还通过吸收噪音从而降低车辆内部的噪音水平。另外，系统 10 优选地可用于发动机室中以降低发动机室发散到车辆外部的噪音。系统 10 还优选地可提高内部和/或外部环境的声音质量感觉。系统 10 还可用于其他车辆部件中，例如但不限于，轮罩的衬垫、翼子板、发动机室、车门面板、车顶、底板处理、后备箱和行李架。此外，系统 10 可应用于非汽车装置中。

在图 1 所示的实施例中，第一和第二吸音层 12、16 每个都为泡沫层。该泡沫层优选地是粘弹性泡沫。该泡沫可包括任何天然的或合成泡沫（板状或模制泡沫）。泡沫可为开孔的或闭孔的或它们的组合。泡沫可包括乳胶泡沫、聚烯烃、聚亚安酯、聚苯乙烯或聚酯。该泡沫还可包括循环泡沫、注入纤维毡的泡沫或微孔人造橡胶泡沫。另外，该泡沫还可包括有机和/或无机填料。此外，可在泡沫合成物中添加附加添加剂，例如但不限于，阻燃剂、防雾剂、紫外线吸收体、耐热稳定剂、色素、着色剂、解臭剂、以及类似物。

隔音层 14 优选地包括相对薄的不透水层。在图 1 所示的实施例中，隔音层 14 优选地包括丙烯腈-丁二烯-苯乙烯、耐冲击性聚苯乙烯（HIPS）、聚对苯二甲酸乙二醇酯（PET）、聚乙烯、聚丙烯、乙酸乙烯(ethylene vinyl acetate)、多乙酸乙烯酯（PVA）、聚氯乙烯（PVC）、包含热塑性石蜡（TPO）的石蜡或类似物的多个板。隔音层 14 还可包括天然或合成纤维以提高强度。隔音层 14 优选地形状可模塑且可保持，以与特定基板的形状一致。另外，隔板还可包括有机和/或无机填料。此外，还可在隔板合成物中添加附加添加剂，例如但不限于阻燃剂、防雾剂、紫外线吸收体、耐热稳定剂、色素、着色剂、解臭剂、以及类似物。

可以看出可使用可选择的材料来形成吸音层 12、16 和隔音层 14。在下文中将举例说明。

图 2 表示本发明可选择实施例的截面图。在该实施例中，隔音层 14 包括泡沫外皮(foam skin)。优选地，隔音层 14 包括自起皮的聚亚安酯泡沫的外皮(skin of a self-skinning polyurethane foam)，

聚亚安酯泡沫至少包含在其中一个吸音层 12 和 16 中。可以看出该外皮可成形在吸音层 12、16 中，且彼此靠近布置以形成隔音层 14。如图所示，吸音层 12、16 的外皮部分布置在两个吸音层 12 和 16 之间。

图 3 是表示本发明可选择实施例的截面图。在该实施例中，隔音层 14 为高密度泡沫层。高密度泡沫隔音层 14 是无孔的。第一和第二吸音层 12、16 与图 1 所示实施例所述的相同。

图 4 是本发明的另一个实施例。在图 4 所示的实施例中，系统 10 为剃度泡沫(gradient foam)。如图所示，剃度泡沫包括位于外表面的两个低密度且有孔吸音层 12、16。泡沫的密度从吸音层 12、16 的外部向内增加。位于剃度泡沫中心处的是密度相对大的无孔隔音层 14，其可以是系统 10 的连续的或不连续的部件。

图 5 是本发明的可选择的实施例。在图 5 所示的实施例中，第二吸音层 16 为纤维材料，其包括但不限于天然和/或合成纤维。这些纤维可为定向的、非定向的或它们的组合。另外，纤维材料可包括纺织或非纺织的麻布层(scrim layer)。这种聚合体纤维可在名为 VERSAMAT 的 Owens Corning (Toledo, Ohio) 购得。第一吸音层 12 为粘弹性泡沫。可以看出，吸音层 12、16 中的一个或两者都可为纤维层。另外，纤维层合成物可包括有机和/或无机填料。此外，可在纤维层合成物中添加附加的添加剂，例如但不限于，阻燃剂、防雾剂、树脂、紫外线吸收体、耐热稳定剂、色素、着色剂、解臭剂、以及类似物。

图 6 是本发明的可选择实施例。图 6 所示实施例包括与图 1 所示实施例相同的第二吸音层 16。隔音层 14 优选地为具有大孔的闭孔泡沫。这种闭孔泡沫在名为 QUASH 的 Dow Chemical (Midland, Michigan) 购得。使用大孔泡沫可以提供隔板以抑制噪音传递。

图 7 是本发明可选择的实施例。图 7 所示的实施例包括泡沫吸音层 12、16。隔音层 14 优选地为蜂窝状层。更具体地，隔音层 14 为聚合的和/或金属的蜂窝状板，其在噪音传递的方向上打开。也就是说，蜂窝状板的打开端靠近吸音层 12、16。在该实施例中，

优选地吸音层 12、16 每个都为有皮泡沫(skinned foam)。泡沫的外皮部分 18、20 靠近蜂窝状板的开口，这样外皮 18、20 封闭蜂窝状板的开口端以形成隔音层 14。当所示的外皮 18、20 位于两个吸音层 12、16 上时，可以看出皮只需位于吸音层 12、16 的一个上。有皮泡沫可被开孔泡沫或纤维吸音层和相邻膜(adjacent film)或涂层代替。

图 8 是本发明可选择的实施例。在图 8 所示的实施例中，使用挤压的聚合材料、例如聚丙烯来成形系统 10。挤压的聚丙烯作为隔音层，用于降低沿挤压方向的噪音传递。更具体地，挤压的聚丙烯包括一组挤压开口，其垂直于噪音传递的方向延伸。为了制造吸音层 12、16，在挤压的聚丙烯上平行于噪音传递的方向上打孔。这些孔可以使吸音层 12、16 吸收并消散噪音，同时无孔区域设置隔音层 14。

图 9 是本发明的可选择实施例。在图 9 所示的实施例中，第一吸音层 12 为相对低密度的泡沫乳胶。隔音层 14 为高密度泡沫乳胶。第二吸音层 16 为纺织材料。

如前面实施例所述的，第一和第二吸音层 12、16 可为几种不同的材料。优选地该材料具有较高的吸音性能和传递损失特性。此外，优选地该材料具有减振特性。因此，吸音层 12、16 可消散噪音且降低面板振动。优选地材料是具有减振特性的材料， $\tan \delta$ 在大约 0.01 和大约 1.5 之间。更优选地，材料的 $\tan \delta$ 在大约 0.3 和大约 1.5 之间。这个减振特性有助于消除基板振动产生的噪音。

满足这些标准的优选材料包括天然或合成的纤维材料，例如羊毛、棉花、聚酯、聚烯烃以及玻璃。其他优选材料包括天然或合成泡沫（包括板状和模制的），例如乳胶、聚苯乙烯、聚亚安酯、聚烯烃或聚酯。粘弹性泡沫是最优选的。这些泡沫还可为循环泡沫、纤维合成物、泡沫注入纤维毡的泡沫或微孔弹性泡沫。该材料还可包括有机和/或无机填料。

吸音层 12、16 的厚度可根据具体应用改变。在没有限制性的实例中，吸音层 12、16 的厚度可以是不均匀的。然而优选地该厚

度在大约 0 mm 和大约 100 mm 之间，可以看出该厚度可变，甚至根据特定应用可以在该范围之外。最优选地吸音层 12、16 的厚度在大约 0 mm 和大约 50 mm 之间。

此外在上述每个实例中，使用单一材料来制造每个吸音层 12、16。可以理解吸音层 12、16 可为彼此靠近的复合材料。也就是说，每个吸音层 12、16 都可具有材料相似或不相似的多个内层。此外，吸音层 12、16 也可使用混合材料。另外，可以看出第一吸音层 12 和第二吸音层 16 可为相同材料或不同材料。

通过使用由单一材料制成的吸音层 12、16 或组合多个内层形成的厚度不同的吸音层 12、16，可调节或调整系统 10 以使其满足车辆特定位置的特定降噪和吸噪要求。这种调节系统 10 的灵活性使其应用广泛。这种类型的系统还可抑制发动机、动力传动系统或其他车辆部件产生的噪音，以及抑制各种车辆部件的振动或震动。

如上所述，隔音层 14 优选地不透水且可减少经过的噪音。可选择地，隔音层 14 具有较高的硬度且形状可保持。因此隔音层利用阻挡技术减少经过的噪音。与吸音层 12、16 一样，隔音层 14 可具有不同的厚度。优选地隔音层的厚度在 0.1 和 50 mm 之间。可以理解其厚度可变，甚至可以超出上述范围，以调节或调整系统 10，使其满足车辆特定位置的特定降噪要求。

隔音层 14 的表面重量大约为 0.1 kg/m²或更大。优选地隔音层 14 的表面重量大于 0.4 kg/m²。通常，较大的隔音层表面重量能使隔音系统具有较好的降噪能力。隔音层 14 的表面重量通过使隔音层的密度乘以隔音层的厚度计算得出。

优选地隔音系统的弯曲硬度为大约 0.18 N/mm 到大约 45 N/mm。通过每隔 3 英寸取 2 英寸×4.5 英寸的样品按照 ASTM 测量法 D-5934-02 测量弯曲硬度。弯曲硬度在安装系统时有用，特别是将系统安装在车辆上时。

下面示出各个样品的弯曲硬度实例：

第一吸音层 (12)	隔音层 (14)	第二吸音层 (16)	弯曲硬度 (N/mm)

12 mm 粘弹性泡沫	0.5 mmPET	10 mm 85g 次品 (shoddy)	0.18
24 mm 粘弹性泡沫	0.75mmPET	12 mm 110g 次品	0.51
24 mm 粘弹性泡沫	2.0 mmPET	12 mm 110g 次品	6.34
24 mm 粘弹性泡沫	4.5 mmPET	12 mm 110g 次品	45.41

每个实例中使用的次品材料为再循环聚合体纤维。该次品材料可从 Janesville Products of Ohio 获得。此外，示出了每个吸音层 12、16 的厚度。也给出了次品的密度。在第一样品中，次品密度为 85 g/m^3 。在其他样品中次品的密度都是 110 g/m^3 。

在表中示出了单个隔音层 14，可以理解可使用厚度不同的多个隔音层 14。因此，每个隔音层 14 都可具有材料相似或不相似的多个内层。每层的材料可相同或不同。另外，可使用不同材料的混合物。另外，隔音层可具有不同的厚度。

隔音层 14 的优选材料为聚合体薄膜或板、闭孔泡沫、金属薄膜以及有皮泡沫。如上所述，隔音层 14 可包括石蜡、PET、PVC 或其他适当的材料。当隔音层为有皮泡沫时，该外皮可以是用于形成吸音层 12、16 的材料的外皮。此外，隔音层 14 可包括再循环的聚合体产品。隔音层 14 还可包括天然或合成纤维以增加强度。隔音层 14 还可为蜂窝状结构或网眼结构，在蜂窝状结构或网眼的一侧或两侧中都渗入例如皮、薄膜或板的材料。

隔音层 14 优选地可模塑成形，且形状可保持，以使系统 10 的形状与应用时基板的形状一致。为了将吸音层 12、16 连接到隔音层 14 上，可使用任何适当的装配技术。举例说明包括通过热层压连接各个层，或通过在各个层之间涂覆粘合剂。这种粘合剂可通过加热进行激活。各个层还可在成形过程通过加热粘接在一起，然后在成形工具中施加压力，或通过在各层之间涂覆粘合剂然后在成形工具中施加压力。

隔音层 14 还可为单独的板层，或通过直接在吸音层上喷射例如聚亚安酯的材料形成。隔音层还可在泡沫加工过程中成形为吸音层上的外皮，吸音层例如聚亚安酯或乳胶泡沫。

该系统还可通过以铸造成形的方式形成，通过将例如聚合体

薄膜的隔音材料插入模具的中心部分然后在工具两侧注入材料以制造泡沫、例如聚亚安酯泡沫。该系统 10 还可通过共同地或独立地制造吸音层 12、16 和隔音层 14、然后使用传统方法固定它们而形成，传统方法例如为使用机械连接件、热熔合法、声波熔合法 (sonic fusing) 和/或粘接。

此外，如上所述，吸音层在整个部分不一定必须为均匀厚度。例如，在成形过程中吸音层可紧凑在某一区域。另外，需要不同厚度的吸音层装配在车辆的不同区域。也就是说，车辆上具有不同的间隙，在该间隙处需要较薄的吸音层。可通过设计不同厚度的隔音层来实现上述需求，而不需要在系统中切孔。这使系统具有最大的覆盖区域，从而增加系统的整体噪音降低。

如上所述，每个实施例都包括靠近隔音层 14 的第一吸音层 12。第二吸音层 16 在第一吸音层的相对侧靠近隔音层 14。该系统可以在隔音层的两侧吸音，抑制噪音传递到车辆中。此外，使用隔音层来连接吸音层还有助于抑制沿系统两个方向传递的噪音。

系统 10 还可通过首先制造第一吸音层 12 和隔音层 14、然后附加第二吸音层 16 制成。

已经说明了使用各种吸音层和隔音层的四个实例，其测试结果如下。这四个样品的测试结果在图 10-14 中示出了，具体说明如下。此外还测试了两个比较的前隔板毡系统。该系统包括 Rieter ULTRALIGHT 前隔板绝缘体和 Lear SONOTED 前隔板绝缘体。

实例 A：吸音-隔音-吸音前隔板绝缘体或系统 10 通过使用粘弹性泡沫作为吸音层 12、16 和使用聚乙烯板作为隔音层 14 而形成。

尺寸为 $0.69\text{ m} \times 0.69\text{ m} \times 27\text{ mm}$ 厚的三层样品具有两层厚度为 13 mm 的 #76-16-10-HW 的 Dow Developmental 粘弹性聚亚安酯泡沫和 0.36 mm 厚的聚乙烯板的中间隔音层。样品的表面密度通过测量样品总重、并用样品总重除以样品面积计算得出。在图 14 中示出了样品的表面密度。该样品放置在 0.8 mm 厚的钢板上，并将该组件插入混响腔和半消音腔之间的壁中。通过扬声器在混响室中产生噪音，使用放置在距离钢板 1.17 m 的四个扩音器测量

声压值。在半消音腔中距离样品外泡沫侧 0.76 m 处放置一排 12 个扩音器。根据 SAE J1400 原理使用等式 1 计算噪音降低。噪音降低测试结果如图 10 所示。

$$\text{等式 1} \quad \text{NR} = (\text{SPL}_1 \text{ 平均值}) - (\text{SPL}_2 \text{ 平均值})$$

其中：SPL₂ = 消音的声压值 (db)

SPL₁ = 混响的声压值 (db)

样品的垂直入射吸音系数通过从 3 层样品上切割直径 29 mm 的圆板，并将其插入 Bruel and Kjaer (Denmark) 两扩音器阻抗管 (two-microphone Impedance Tube) 中测量。在 ASTM E-1050 中说明了该阻抗管 (Impedance Tube) 测试方法。吸音系数的结果在图 13 中示出了。

粘弹性泡沫的吸音系数还可通过阻抗管方法测量。另外，泡沫的阻尼损失因数通过压缩测试和滞后回线方法测量。所示的粘弹性泡沫的阻尼因数为 1.6。

实例 B：吸音—隔音—吸音前隔板绝缘体或系统 10 通过位于金属板上的粘弹性泡沫吸音层 12、0.36 mm 的聚乙烯板的隔音层 14 和聚合物纤维毡的第二吸音层 16 形成。

尺寸为 0.69 m × 0.69 m × 32 mm 厚的三层样品具有一层厚度为 13 mm 的 #76-16-10-HW 的 Dow Developmental 粘弹性泡沫、一层厚度为 18 mm 的 Owens Corning VERSANAT(样品 506R4800) 的纤维材料、和 0.4 mm 厚的聚乙烯板的隔音层 14。样品的表面密度通过测量样品总重、并使样品总重除以样品面积计算得出。在图 14 中示出了样品的表面密度。使用在钢板上设置粘弹性泡沫的实例 A 所述方法测量噪音降低。结果在图 10 中示出。

该样品的垂直入射吸音系数通过实例 A 所述阻抗管方法测量。

实例 C：吸音—隔音—吸音前隔板绝缘体或系统 10 具有 E-A-R Specialty Composites (Indianapolis, Indiana) 的 ES-50 的有皮开孔聚亚安酯泡沫的吸音层 12、16，和 Plascore (Zeeland, Michigan) 的聚丙烯蜂窝状板的隔音层 14。

尺寸为 0.69 m × 0.69 m × 30 mm 厚的三层样品具有 E-A-R 泡

沫的两层 12、16, 每层厚 12.5 mm, 以及在其中间有厚度为 7.5 mm 的聚丙烯蜂窝状材料、Plascore PCTR250WO.250 的隔音层 14。在该结构中, E-A-R 泡沫的表面皮与隔音层 14 的蜂窝状板接触。该实例使用包括隔板的气隙结构(structural air gap), 从而得到非常轻、强度大且可模塑的系统 10 的隔音层。表面密度在图 14 中示出。使用在金属板上设置 E-A-R 泡沫的实例 A 所述方法测量噪音降低。结果在图 11 中示出。

该样品的垂直入射吸音系数通过实例 A 所述阻抗管方法测量, 结果在图 13 中示出。

实例 D: 吸音—隔音—吸音前隔板绝缘体或系统 10 具有低密度乳胶的第一吸音层 12 和高密度乳胶泡沫的隔音层 14, 该隔音层堆积在第二吸音层 16 的织物基底上。

尺寸为 0.61 m × 0.61 m × 22 mm 厚的三层样品由 Dow-Reichhold (North Carolina) 提供。纤维层的厚度为 11 mm, 中间乳胶泡沫的厚度为 3 mm, 外层乳胶泡沫的厚度为 8 mm。该样品被切割并粘在一起以形成 0.69 m × 0.69 m × 22 mm 的板, 用于测量噪音降低。表面密度在图 14 中示出。该样品被放置在 0.8 mm 的钢板上, 且泡沫侧靠近钢板, 噪音降低的测量方法与实例 A 中所述相同。结果在图 13 中示出。

比较实例 1: Reiter ULTRALIGHT 前隔板绝缘体。2003 DCX RS Minivan 的 Reiter ULTRALIGHT 前隔板绝缘体被切割成块并粘在一起(根据胶的质量表面密度可调节), 以形成 0.69 m × 0.69 m × 22 mm 的样品, 用于测量噪音降低。该样品连接到 0.8 mm 的钢板上且按实例 A 所述方法测试噪音降低。吸音系数结果在图 13 中示出。表面密度在图 14 中示出。

Lear SONOTEC 前隔板绝缘体。2003 Ford U-222 车辆的 Lear SONOTEC 前隔板绝缘体被切割成块并粘在一起(根据胶的质量表面密度可调节), 以形成 0.69 m × 0.69 m × 25 mm 的样品, 用于测量噪音降低。该样品连接到 0.8 mm 的钢板上且按实例 A 所述方法测试噪音降低。吸音系数结果在图 13 中示出。表面密度在图 14 中示出。

可对结构不同的系统 10 进行附加测试。图 15 表示各种样品的噪音降低结果。该噪音降低结果按照上述相同的方式测得。吸音系数结果在图 13 中示出。表面密度在图 14 中示出。

可对结构不同的系统 10 进行附加测试。图 15 表示各种样品的噪音降低结果。该噪音降低结果按照上述相同的方式测得。

在图 15 中，A 表示吸音层，或者是 12 或者是 16。每个 A 层 12 都使用粘弹性泡沫。使用的特定粘弹性泡沫是 FOAMEX H300-10N, 3pcf(lb/ft³)。每个 A 层 16 都使用次品材料。特定次品材料为可从 Janesville Products of Ohio 获得的再循环聚酯纤维。

B 表示隔音层 14。在各个样品中，B 层具有不同的材料。所示厚度为 0.05 mm、0.19 mm 和 0.25 mm 的 B 层为 PVA。所示厚度为 0.5 mm、0.78 mm 和 1.0 mm 的 B 层为 HIPS。所示厚度为 2.25 mm 的 B 层为 TPO。如图 15 中图例所示，样品中 B 层的厚度范围在 0.5 mm 和 2.25 mm 之间。另外，B 层的表面重量范围在 0.14 kg/m²和 2.71 kg/m²之间。

可以看出增加隔音层 14 的表面重量就会导致较高的传递损失和噪音降低。这会导致车辆内部较低的噪音量。

图 16 表示图 15 所示相同样品的插入损失。插入损失是计算量。只需将系统的噪音降低减去钢板的噪音降低就可计算得出。

图 17 表示另一组样品的插入损失。与图 15 和 16 所示的样品相同，A 层包括粘弹性泡沫和次品。在图 17 所示的样品中，隔音或 B 层为 PET。可以看出，很快出现了双壁共振频率(double wall resonance frequency)。类似地，图 17 表示随着 B 层表面重量的增加插入损失增加。隔音层用以降低所述隔音层的振动。通过这种方式，吸音层还可充当减振层。这导致系统 10 的传递损失增加。此外，粘弹性泡沫具有较好的吸音特性，这是因为泡沫的孔结构和粘弹性。当使用粘弹性泡沫作为吸音或 A 层时，优选地泡沫的杨氏模量小于 7.0 e+5 Pa，阻尼大于 0.3。可以看出粘弹性泡沫层适于位于基板上，例如车辆部件上。

图 18 示出了厚度相同的各种样品的减振比较。图例所列的第一泡沫是如上所述的粘弹性泡沫但是是 2pcf 泡沫。所列的第二泡

沫是 1.2pcf 的板状泡沫。还示出了泡沫样品的重量。所使用的板状泡沫为三聚氰胺。减振测试按现有技术已知的方法进行。样品受激励振动。通过使板的加速度除以施加的力计算出转移函数。通过这种方式，力对结果的影响被消除。如图 18 所示，粘弹性泡沫导致较高的减振效果。因此，当在系统 10 中使用 A 或吸音层时，粘弹性泡沫通过减振可降低隔音层的振动。这会增加整个系统的传递损失。

图 19 表示质量相同的减振比较样品。测试方式与图 18 所述的方式相同。

图 20 表示将粘弹性层放置在钢板上的插入损失。更具体地，准备系统 10 的一个样品。该样品包括粘弹性泡沫吸音层 12、HIPS 隔音层 14 和次品吸音层 12。通过首先使次品吸音层靠近钢板并通过上述方式确定插入损失来进行该测试。然后，通过放置吸音层在钢板上并确定插入损失来测试相同的样品。在图 20 中示出了测试结果。可以看出，当粘弹性泡沫置于钢板上时可增加插入损失。因此，优选地当安装系统 10 时使粘弹性泡沫层位于基板上，例如车辆部件上。

图 21 表示粘弹性泡沫位于隔音层上时的减振效果。为了测试粘弹性吸音层位于隔板上的减振效果，测试两个样品。每个样品都只包括一个吸音层和一个隔音层。在每种情况下，吸音层都是粘弹性泡沫。在第一样品中，粘弹性泡沫是与上述相同的 FOAMEX 泡沫。在第二样品中，粘弹性泡沫包括 Qylite，还可从 FOAMEX 获得。在两种情况下隔音层都是 HIPS。只使用一个吸音层，这样可接触隔音层。需要接触隔音层以确定隔音层自身的振动。图 21 所示的频率响应与图 18 所示的转移函数意思相同。确定频率响应的测试与图 18 所示的相同。如图 21 所示的结果，可以看出粘弹性泡沫吸音层减小了隔音层的移动或振动。这使得只有少量的噪音传递到车辆内部。

如上所述的系统 10 可吸收和阻挡两个方向的噪音。系统 10 的优点是可使用并调节以满足车辆的各种降噪需求。还可以看出，其特别适用于汽车，系统 10 还具有其他应用。其他应用包括建筑、

工业、器具、航天、卡车/公共汽车/有轨车、娱乐、船和军事应用。

可以看出本发明以实例的方式进行说明。这里使用的术语只是为了解释说明，没有限制性。很明显地，通过上面所述可以导出各种变形和改进。因此应当理解，除了如具体所述的那样之外，还可实现权利要求书中限定的本发明。

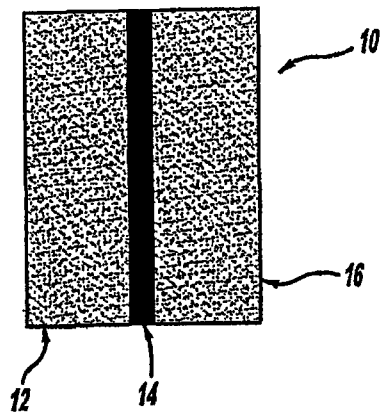


图 1

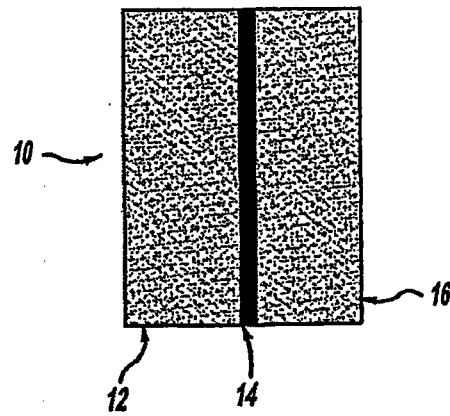


图 2

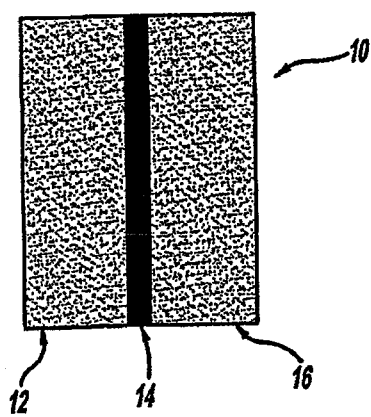


图 3

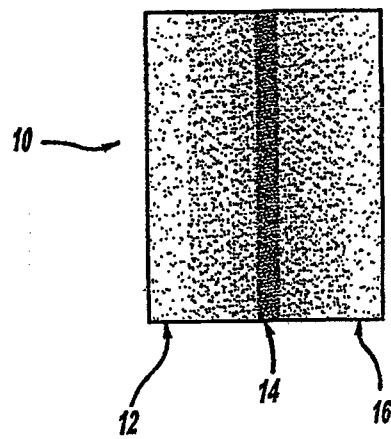


图 4

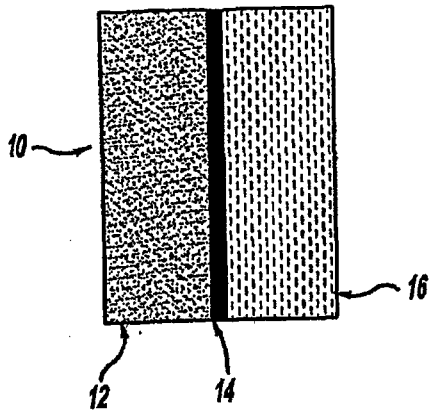


图 5

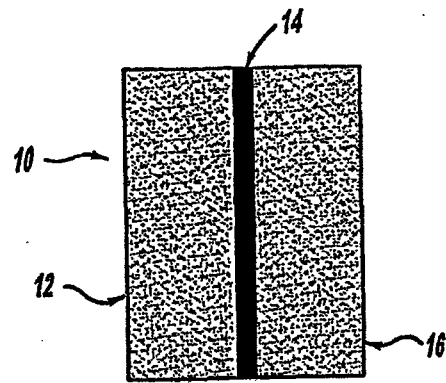


图 6

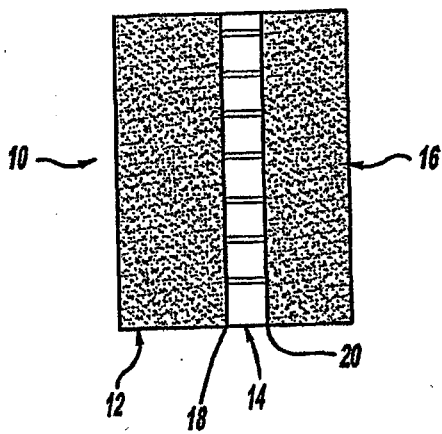


图 7

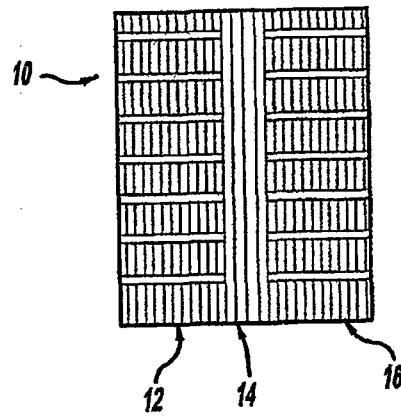


图 8

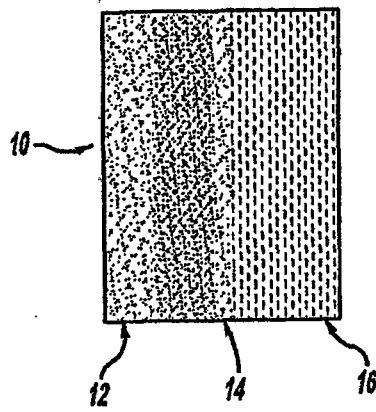


图 9

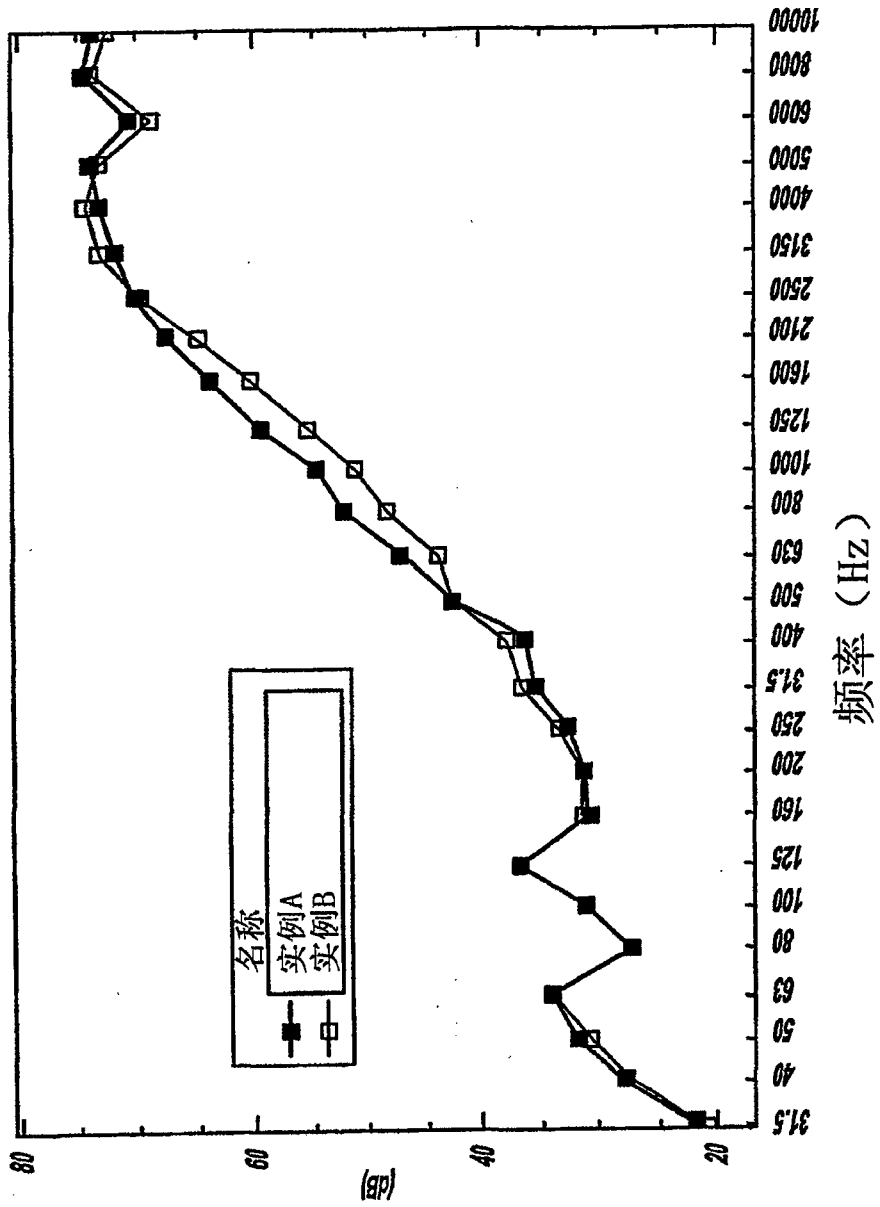


图 10

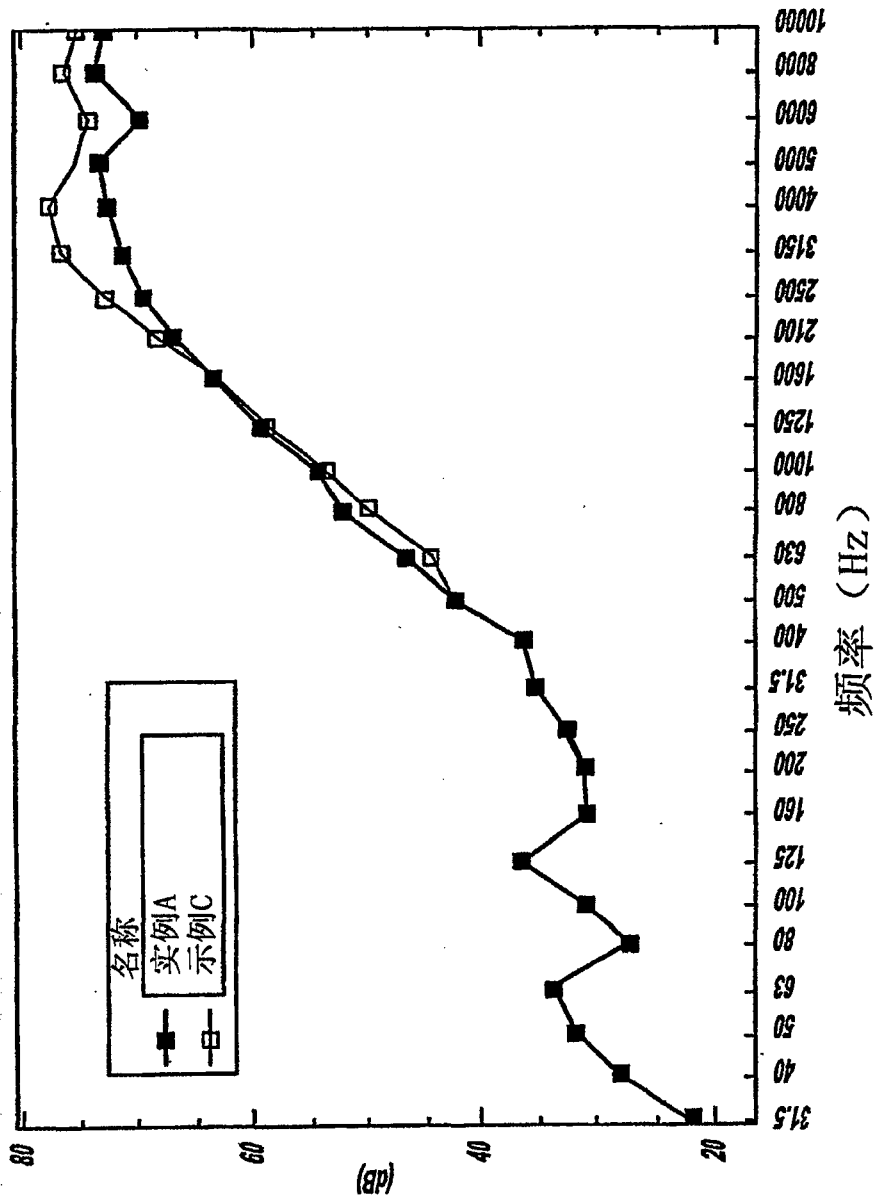


图 11

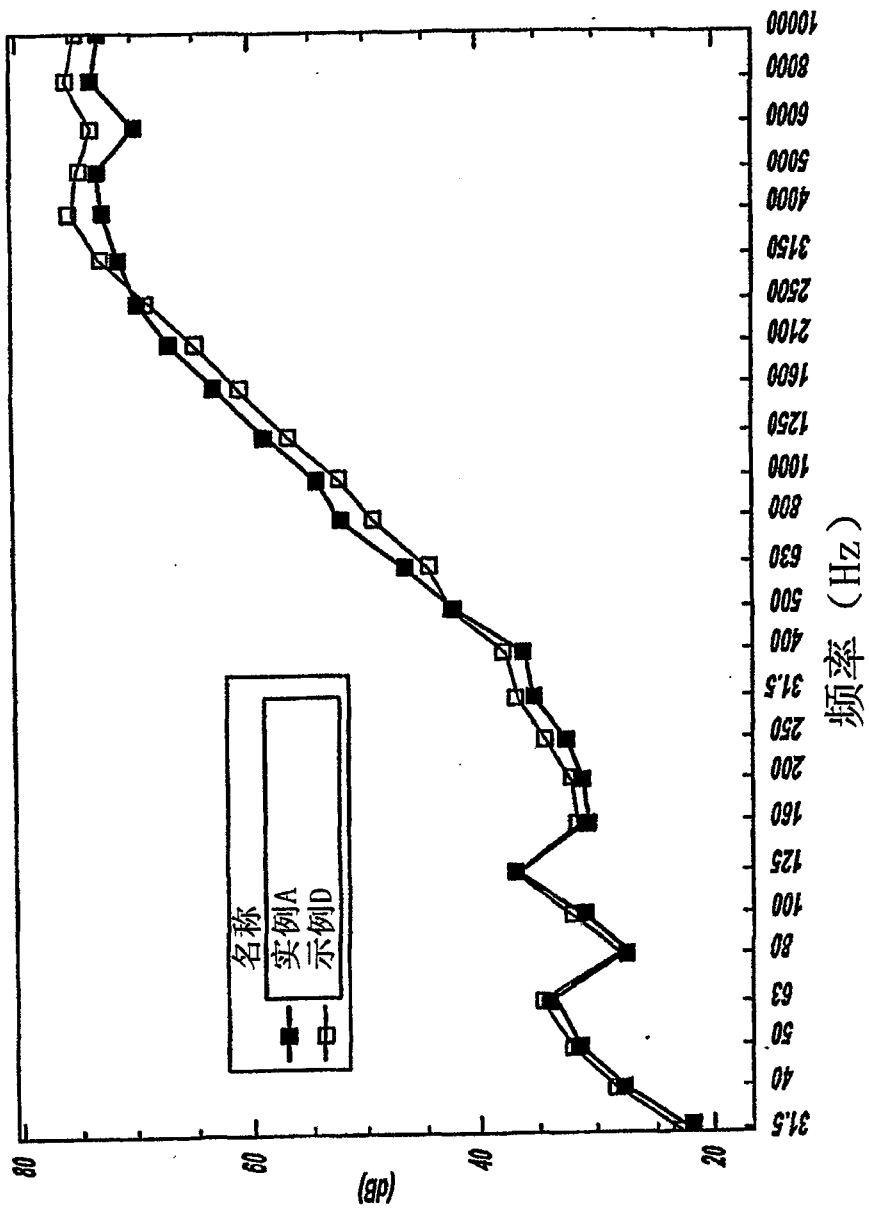


图 12

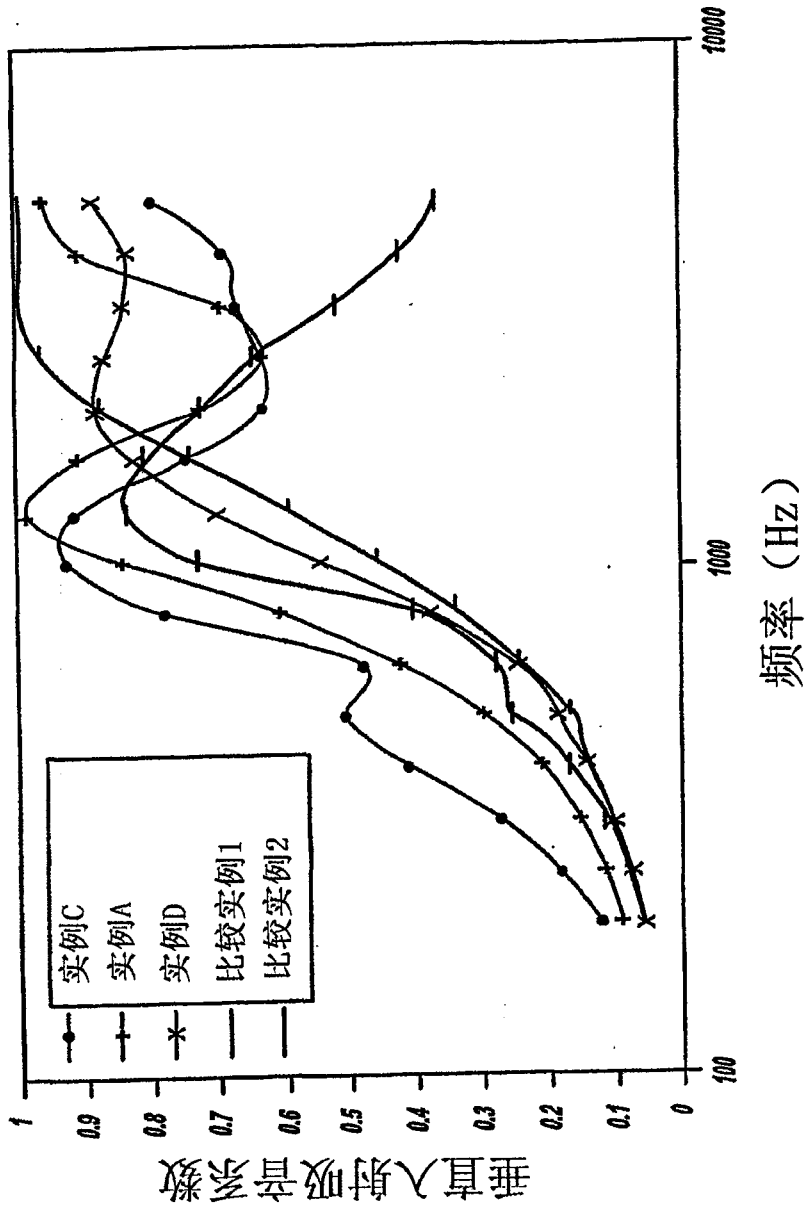


图 13

实例	A1	B	A2	表面重量
A	Dow粘性泡沫	聚乙烯板	Dow粘性泡沫	1.6
B	Dow粘性泡沫	聚乙烯板	Owens Corning纤维	1.5
C	EAR泡沫	聚乙烯蜂窝状板	EAR泡沫	1.5
D	Dow-Reichhold乳胶	Dow-Reichhold乳胶	Dow-Reichhold泡沫	2.6
1	Rieter ULTRALIGHT			1.9
2	Lear SONOTE			2.4

图 14

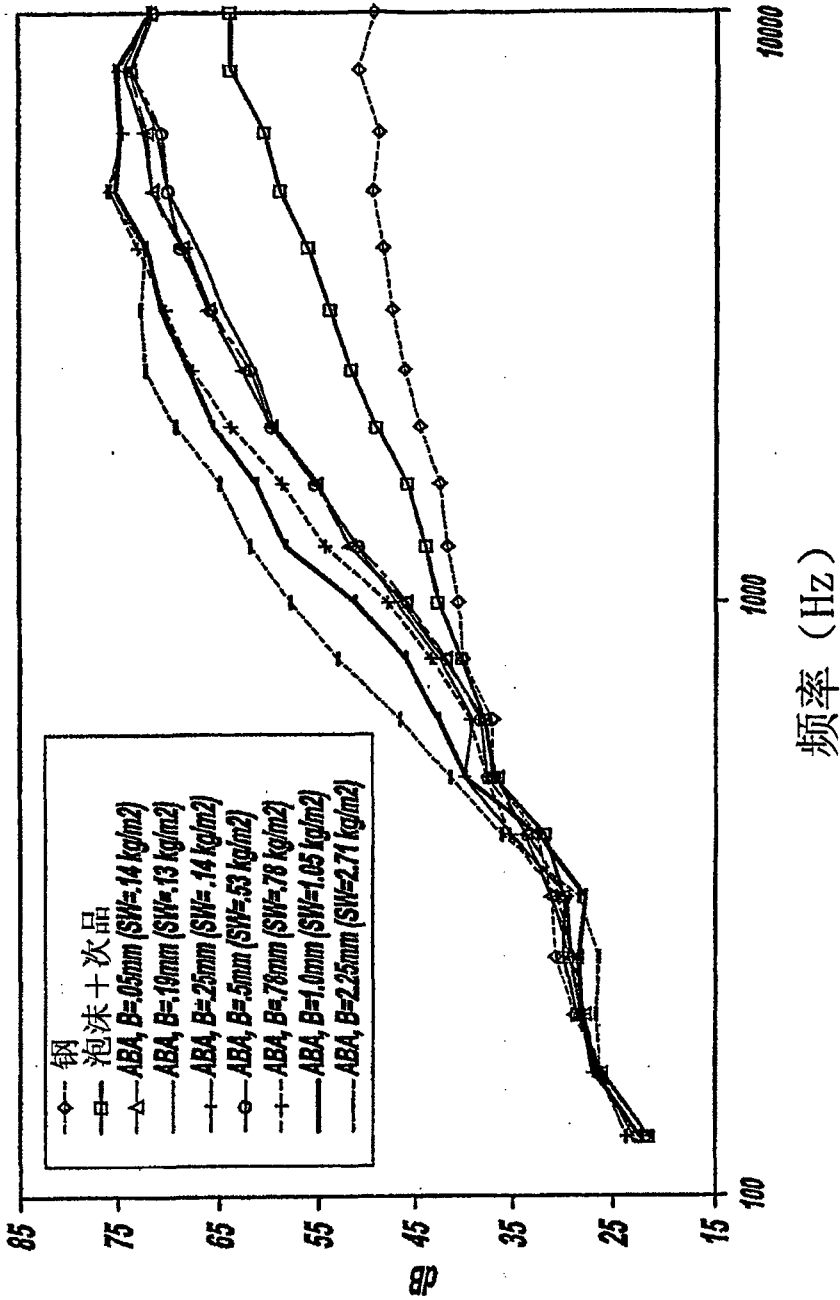


图 15

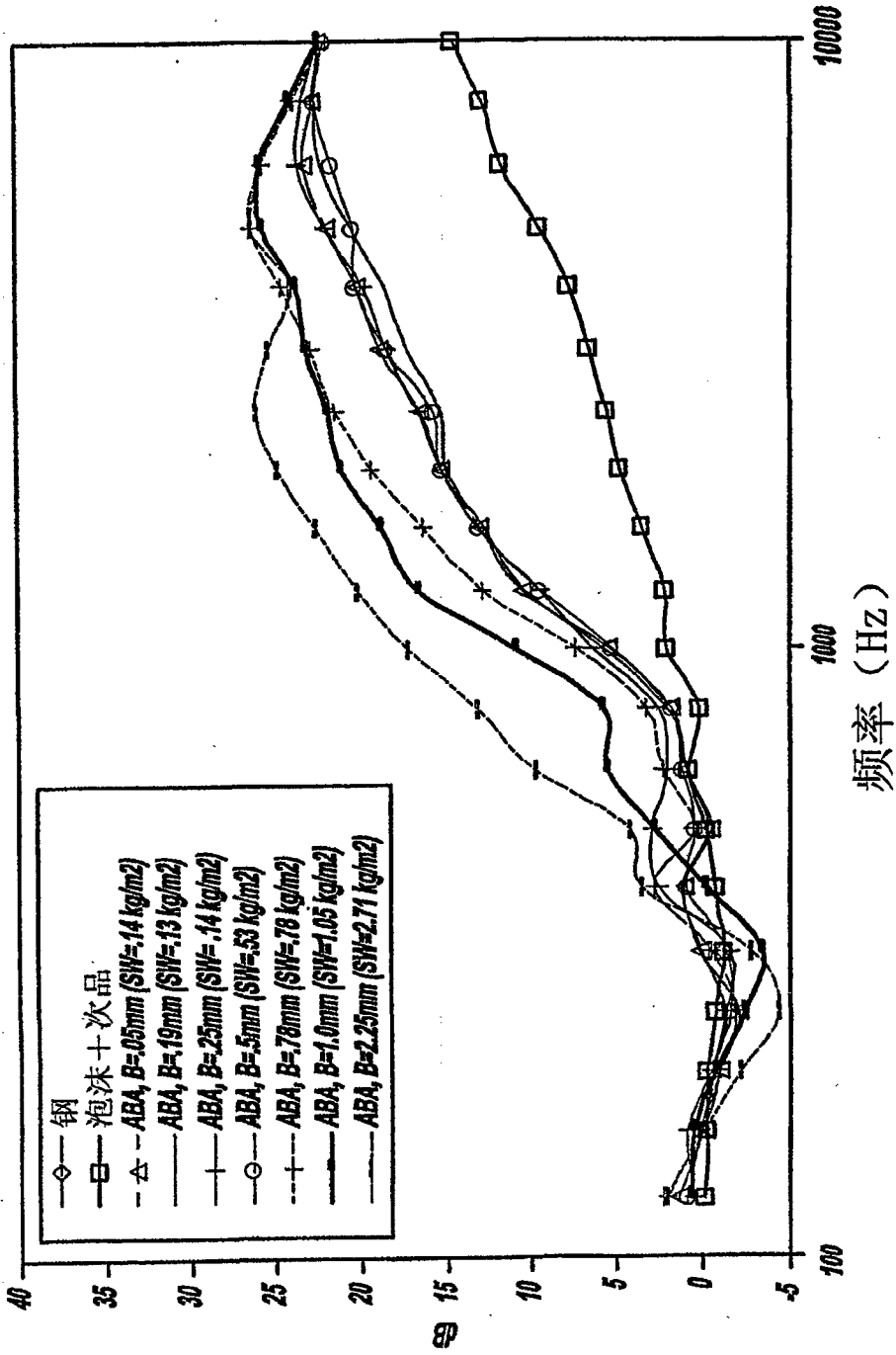
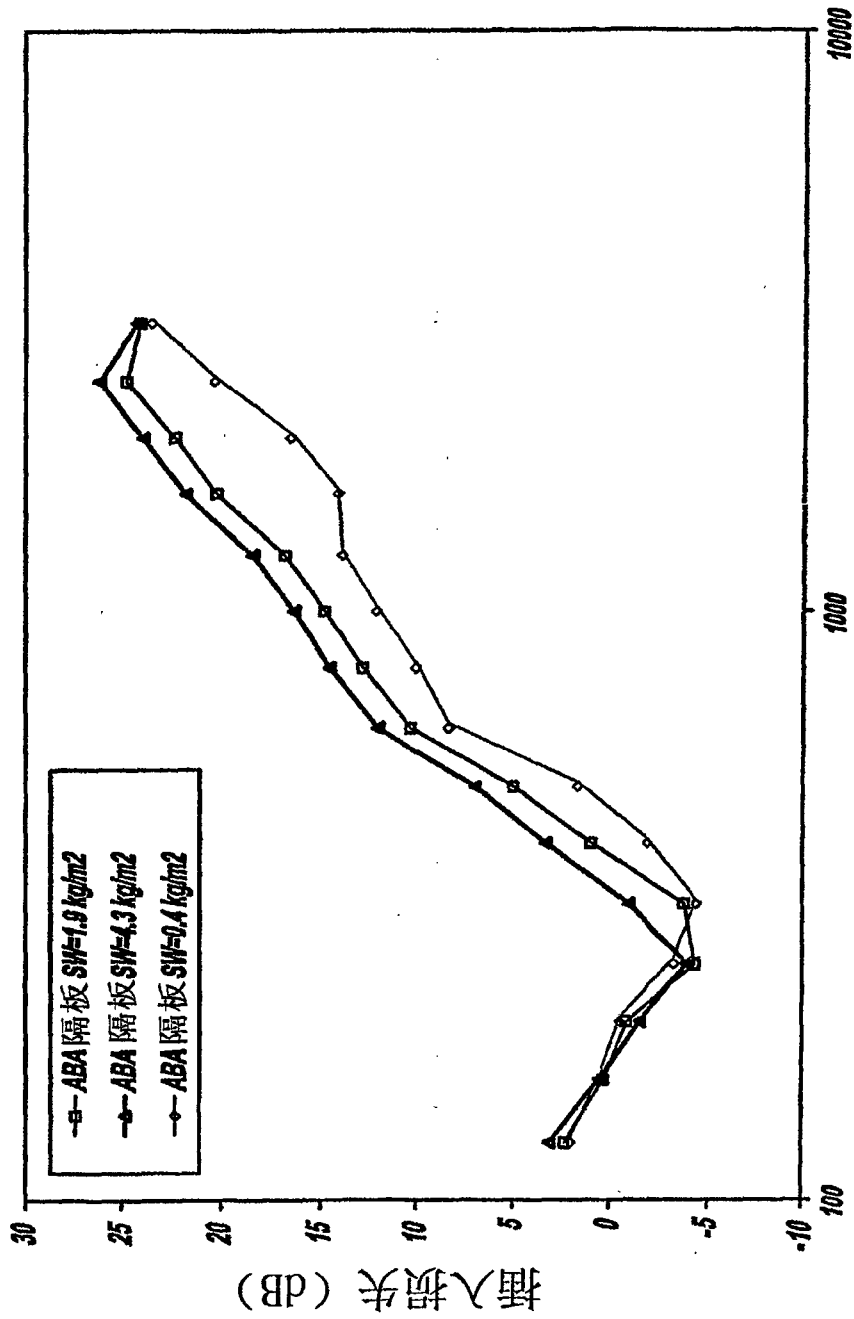


图 16



频率 (Hz)
图 17

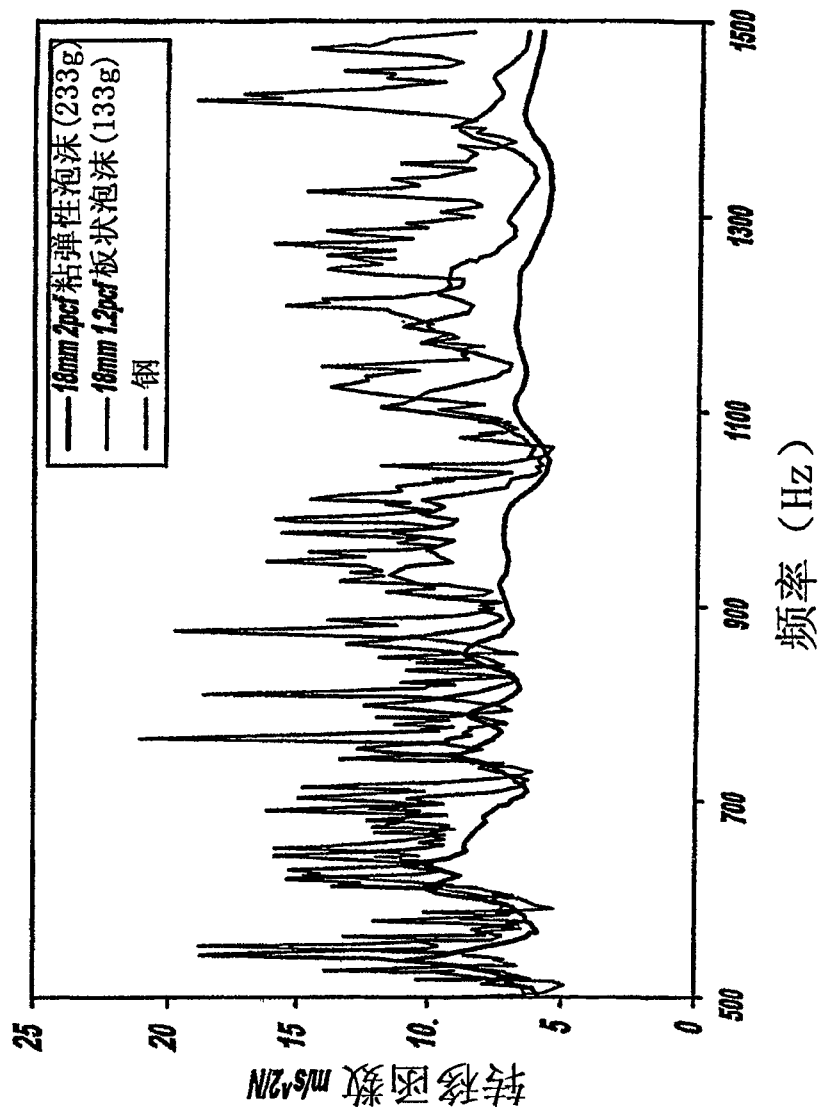


图 18

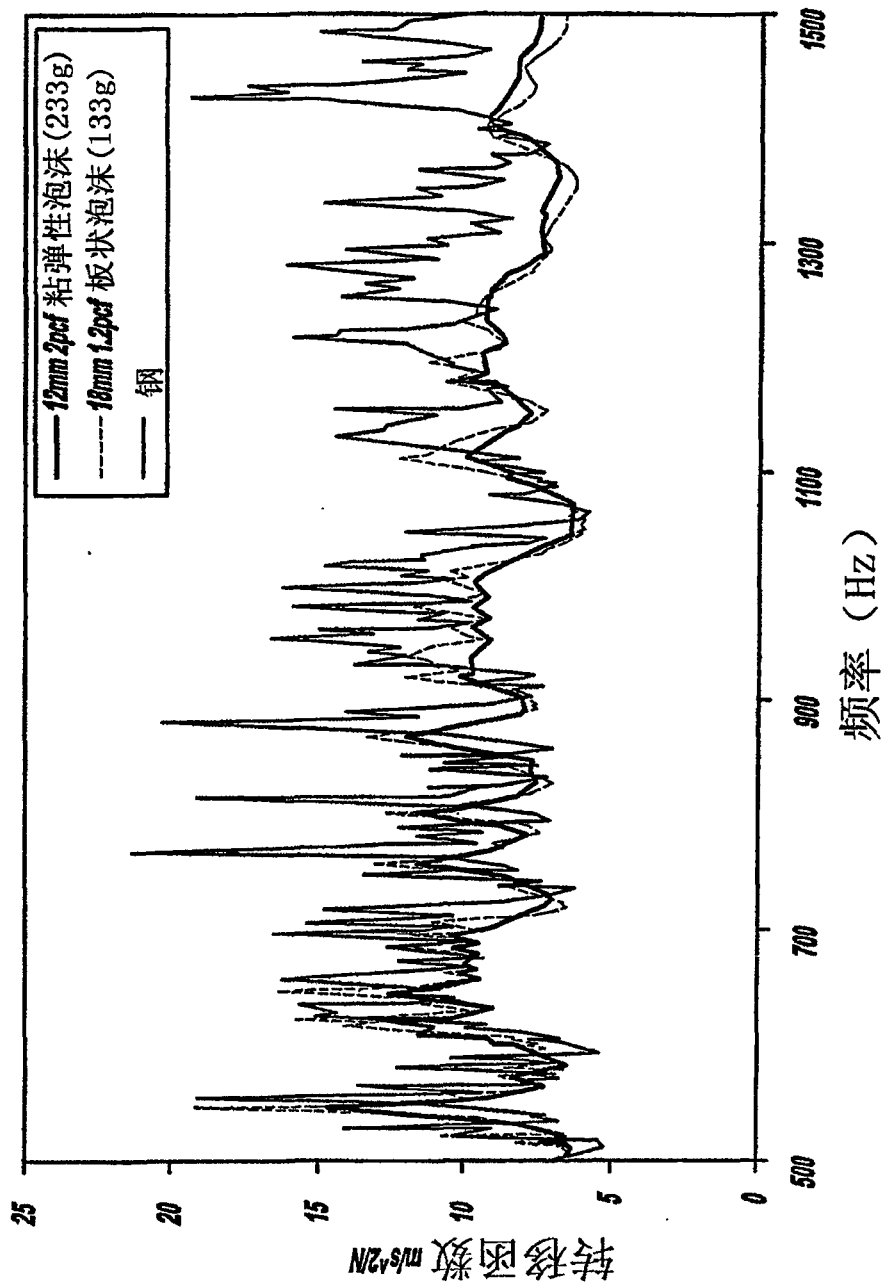


图 19

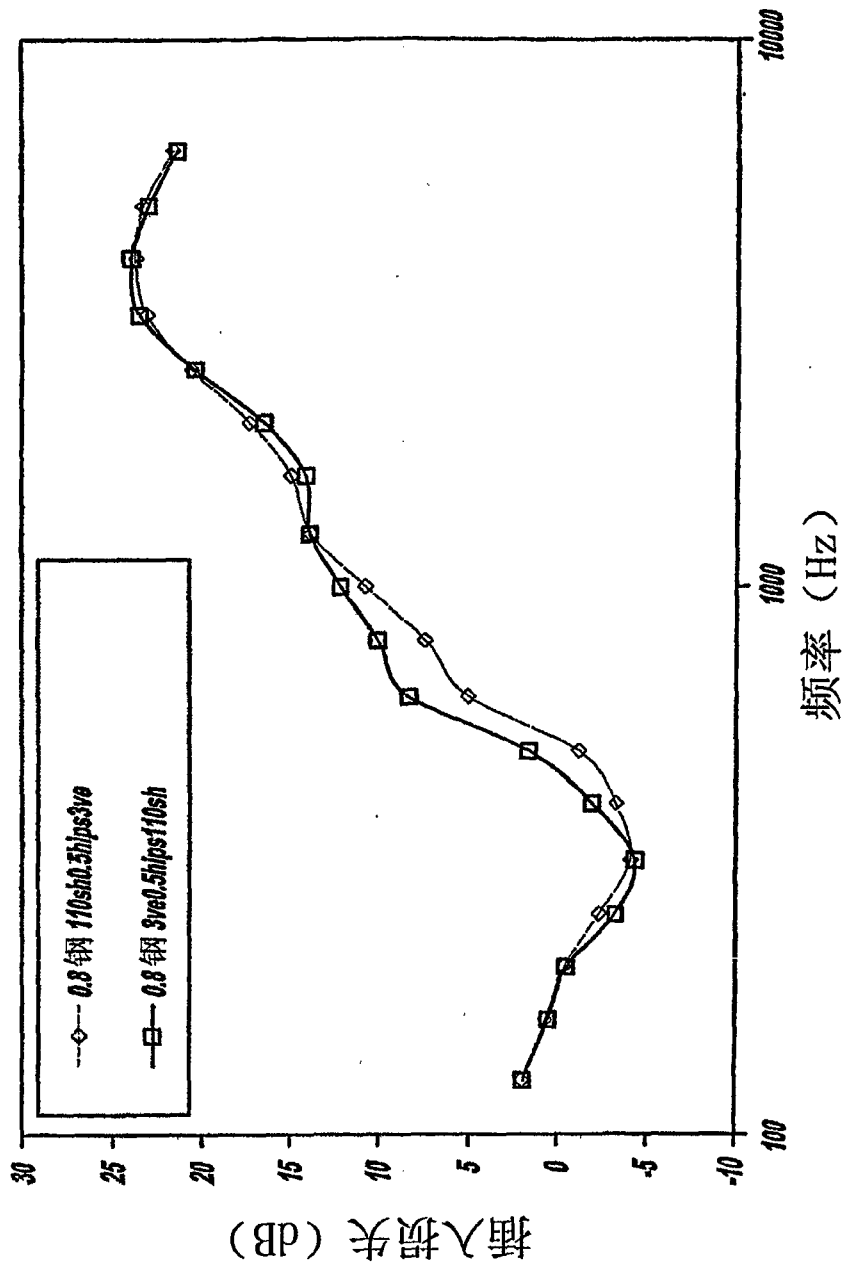


图 20

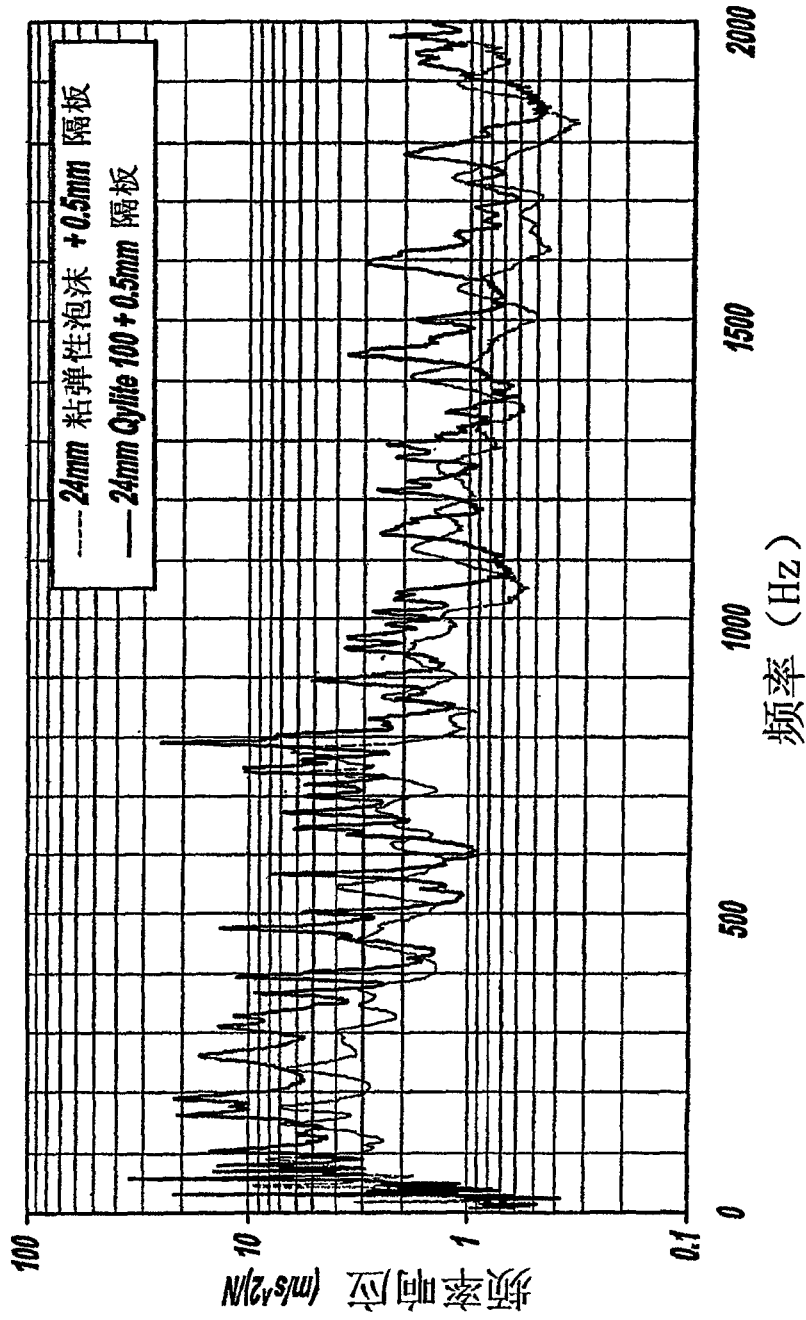


图 21