



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102016194 B

(45) 授权公告日 2013. 03. 27

(21) 申请号 200980116366. 2

(22) 申请日 2009. 05. 05

(30) 优先权数据

61/050, 526 2008. 05. 05 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2010. 11. 05

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2009/042824 2009. 05. 05

(87) PCT申请的公布数据

W02009/137466 EN 2009. 11. 12

(73) 专利权人 3M 创新有限公司

地址 美国明尼苏达州

(72) 发明人 乔纳森·H·亚历山大

大卫·F·斯拉玛

(74) 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限
责任公司 11219

代理人 张爽 樊卫民

(51) Int. Cl.

E04B 1/84 (2006. 01)

(56) 对比文件

US 6213252 B1, 2001. 04. 10,

JP 52004615 A, 1977. 01. 13,

US 4555433 A, 1985. 11. 26,

EP 0214524 A1, 1987. 03. 18,

CN 2316357 Y, 1999. 04. 28,

CN 2856233 Y, 2007. 01. 10,

CN 1985055 A, 2007. 06. 20,

CN 101086178 A, 2007. 12. 12,

审查员 卢岩

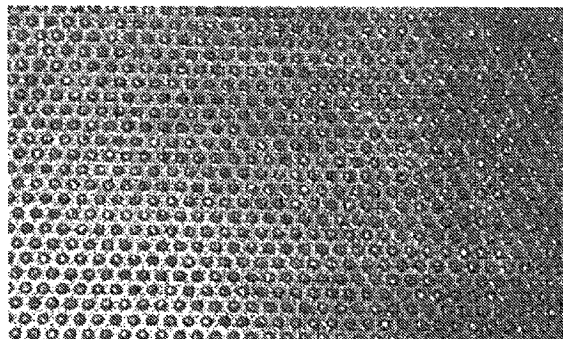
权利要求书 4 页 说明书 15 页 附图 9 页

(54) 发明名称

声学复合材料

(57) 摘要

本发明公开了一种声学复合材料,所述声学复合材料包括流阻基底,所述流阻基底具有固体隔音材料,所述固体隔音材料结合到所述流阻基底的主表面的至少一部分;其中所述隔音材料的密度为大于约 $1\text{g}/\text{cm}^3$,并且所述声学复合材料的孔隙率在约 0.002%和约 50%之间。



1. 一种声学复合材料,其包括:

流阻基底,所述流阻基底具有固体隔音材料,所述固体隔音材料结合到所述流阻基底的主表面的至少一部分;其中所述隔音材料的密度为大于 $1\text{g}/\text{cm}^3$,并且所述声学复合材料的孔隙率在 0.002% 和 50% 之间。

2. 根据权利要求 1 所述的声学复合材料,其中所述声学复合材料的孔隙率在 0.5% 和 50% 之间。

3. 根据权利要求 2 所述的声学复合材料,其中所述声学复合材料的孔隙率在 0.5% 和 15% 之间。

4. 一种声学复合材料,其包括:

流阻基底,所述流阻基底具有固体隔音材料,所述固体隔音材料采用粘结剂结合到所述流阻基底的主表面的至少一部分;其中所述隔音材料的密度为大于 $1\text{g}/\text{cm}^3$,并且其中所述隔音材料和所述粘结剂一起覆盖所述主表面的 20% 和 99.998% 之间。

5. 根据权利要求 4 所述的声学复合材料,其中所述隔音材料和所述粘结剂一起覆盖所述主表面的 20% 和 99.5% 之间。

6. 根据权利要求 1-5 中任一项所述的声学复合材料,其中所述流阻基底包括非织造材料。

7. 根据权利要求 1-5 中任一项所述的声学复合材料,其中所述流阻基底为微穿孔膜。

8. 根据权利要求 7 所述的声学复合材料,其中所述流阻基底为聚合物微穿孔膜,所述聚合物微穿孔膜包含多个微穿孔,其中所述微穿孔各自具有小于所述膜厚的最窄直径,和大于所述最窄直径的最宽直径。

9. 根据权利要求 7 所述的声学复合材料,其中所述流阻基底为微穿孔膜,所述微穿孔膜包括:

大致平面的膜部分,所述大致平面的膜部分具有第一主表面、第二主表面、和膜部分的平均厚度;和

多个管状凸起,所述多个管状凸起从所述大致平面的膜部分延伸,其中一个或多个管状凸起包含孔。

10. 根据权利要求 9 所述的声学复合材料,其中所述管状凸起中的一个或多个包括:

(i) 孔,所述孔从所述第一主表面上方的第一凸起末端延伸进入或穿过所述大致平面的膜部分;

(ii) 凸起侧壁,所述凸起侧壁围绕所述孔的至少一部分,所述凸起侧壁具有凸起侧壁外表面、凸起侧壁内表面和凸起侧壁厚度;和

(iii) 凸起长度,所述凸起长度从所述第一凸起末端延伸一段距离到达所述第一主表面,其中所述凸起长度与所述膜部分的平均厚度之比为至少 3.5。

11. 根据权利要求 9 所述的声学复合材料,其中所述大致平面的膜部分包括可热成形的材料,并且所述管状凸起中的一个或多个包括:

(i) 孔,所述孔从所述第一主表面上方的第一凸起末端延伸进入或穿过所述大致平面的膜部分,

(ii) 凸起侧壁,所述凸起侧壁围绕所述孔的至少一部分,所述凸起侧壁包含所述可热成形的材料并且具有凸起侧壁外表面、凸起侧壁内表面和凸起侧壁厚度,和

(iii) 末端到末端凸起长度,所述末端到末端凸起长度从所述第一凸起末端延伸一段距离到达所述第二主表面下方的第二凸起末端。

12. 根据权利要求 9 所述的声学复合材料,其中所述大致平面的膜部分包括可热成形的材料,并且其中所述管状凸起的至少一部分包括:

(i) 孔,所述孔从所述第一主表面上方的第一凸起末端延伸进入或穿过所述大致平面的膜部分到达所述大致平面的膜部分下方的第二凸起末端,从而提供穿过所述微穿孔膜的开口;

(ii) 凸起侧壁,所述凸起侧壁围绕所述孔的至少一部分,所述凸起侧壁包含所述可热成形的材料并且具有凸起侧壁外表面、凸起侧壁内表面和凸起侧壁厚度,和

(iii) 末端到末端凸起长度,所述末端到末端凸起长度从所述第一凸起末端延伸一段距离到达所述第二凸起末端。

13. 根据权利要求 9-12 中任一项所述的声学复合材料,其中所述流阻基底为液体不可透过的以及蒸汽可透过的。

14. 根据权利要求 1-5 和 8-11 中任一项所述的声学复合材料,其中所述隔音材料包括粒子,所述粒子选自金属粒子、玻璃粒子以及它们的组合。

15. 根据权利要求 14 所述的声学复合材料,其中所述隔音材料包括钢粒子。

16. 根据权利要求 1-5 和 8-11 中任一项所述的声学复合材料,其中所述隔音材料采用环氧粘结剂结合到所述流阻基底。

17. 根据权利要求 1-5 和 8-11 中任一项所述的声学复合材料,其中所述隔音材料采用粘结剂的不连续的涂层结合到所述流阻基底。

18. 根据权利要求 1-5 和 8-11 中任一项所述的声学复合材料,其中所述隔音材料为邻接的层,所述邻接的层包含孔。

19. 根据权利要求 1-5 和 8-11 中任一项所述的声学复合材料,其中所述隔音材料包括填料粒子。

20. 根据权利要求 1-5 和 8-11 中任一项所述的声学复合材料,其还包括一个或多个层,所述一个或多个层包括织造或非织造材料或泡沫。

21. 一种声学复合材料系统,其包括:

(a) 地毯层;

(b) 根据权利要求 1-20 中任一项所述的声学复合材料;和

(c) 非织造层。

22. 根据权利要求 21 所述的声学复合材料系统,其中所述非织造层包括长弹毛。

23. 根据权利要求 21 所述的声学复合材料系统,其中所述非织造层包括泡沫。

24. 根据权利要求 21-23 中任一项所述的声学复合材料系统,其还包括金属板。

25. 一种声学复合材料系统,其包括:

(a) 反射表面;和

(b) 根据权利要求 1-20 中任一项所述的声学复合材料;

其中所述声学复合材料设置在所述反射表面附近,使得所述声学复合材料和所述反射表面限定两者间的腔体。

26. 根据权利要求 25 所述的声学复合材料系统,其还包括设置在所述声学复合材料和

所述反射表面之间的间隔结构,以用于将所述声学复合材料与所述表面间隔。

27. 根据权利要求 25 或权利要求 26 所述的声学复合材料系统,其中所述反射表面为机动车的表面。

28. 根据权利要求 25 或权利要求 26 所述的声学复合材料系统,其中所述反射表面为背衬膜。

29. 一种用于在一定区域中提供吸音和传声损耗的方法,该方法包括采用根据权利要求 1-20 中任一项所述的声学复合材料围绕所述区域的至少一部分,其中对于从 500Hz 至 4000Hz 的范围内的频率而言,所述声学复合材料提供的传声损耗在从 3dB 至 30dB 的范围内,并且提供的吸音率为至少 50%。

30. 一种用于在一定区域中提供吸音和传声损耗的方法,该方法包括采用根据权利要求 21-28 中任一项所述的声学复合材料系统围绕所述区域的至少一部分,其中对于从 500Hz 至 4000Hz 的范围内的频率而言,所述声学复合材料提供的传声损耗在从 3dB 至 30dB 的范围内,并且提供的吸音率为至少 50%。

31. 一种用于在发声物体和一定区域之间提供吸音和传声损耗的方法,该方法包括在发声物体和所述区域之间提供根据权利要求 1-20 中任一项所述的声学复合材料,其中对于从 500Hz 至 4000Hz 的范围内的频率而言,所述声学复合材料提供的传声损耗在从 3dB 至 30dB 的范围内,并且提供的吸音率为至少 50%。

32. 一种用于在发声物体和一定区域之间提供吸音和传声损耗的方法,该方法包括在发声物体和所述区域之间提供根据权利要求 21-28 中任一项所述的声学复合材料系统,其中对于从 500Hz 至 4000Hz 的范围内的频率而言,所述声学复合材料提供的传声损耗在从 3dB 至 30dB 的范围内,并且提供的吸音率为至少 50%。

33. 一种用于在一定区域中提供吸音和传声损耗的方法,该方法包括采用根据权利要求 1-20 中任一项所述的声学复合材料围绕所述区域的至少一部分,其中对于从 100Hz 至 4000Hz 的范围内的频率而言,所述声学复合材料提供的传声损耗在从 3dB 至 30dB 的范围内,并且提供的吸音率为至少 50%。

34. 一种用于在一定区域中提供吸音和传声损耗的方法,该方法包括采用根据权利要求 21-28 中任一项所述的声学复合材料系统围绕所述区域的至少一部分,其中对于从 100Hz 至 4000Hz 的范围内的频率而言,所述声学复合材料提供的传声损耗在从 3dB 至 30dB 的范围内,并且提供的吸音率为至少 50%。

35. 一种用于在发声物体和一定区域之间提供吸音和传声损耗的方法,该方法包括在发声物体和所述区域之间提供根据权利要求 1-20 中任一项所述的声学复合材料,其中对于从 100Hz 至 4000Hz 的范围内的频率而言,所述声学复合材料提供的传声损耗在从 3dB 至 30dB 的范围内,并且提供的吸音率为至少 50%。

36. 一种用于在发声物体和一定区域之间提供吸音和传声损耗的方法,该方法包括在发声物体和所述区域之间提供根据权利要求 21-28 中任一项所述的声学复合材料系统,其中对于从 100Hz 至 4000Hz 的范围内的频率而言,所述声学复合材料提供的传声损耗在从 3dB 至 30dB 的范围内,并且提供的吸音率为至少 50%。

37. 一种包括流阻基底的声学复合材料,所述流阻基底包括固体隔音材料,所述固体隔音材料分布在所述基底内;其中所述隔音材料的密度为大于 $1\text{g}/\text{cm}^3$,并且所述声学复合材

料的孔隙率在 0.002%和 50%之间。

38. 根据权利要求 37 所述的声学复合材料,其中所述声学复合材料的孔隙率在 0.5%和 50%之间。

声学复合材料

技术领域

[0001] 本发明涉及声学复合材料以及涉及使用声学复合材料以用于提供吸音和传声损耗的方法。

背景技术

[0002] 吸音材料已广泛用于多种不同的吸音应用中。已知的吸音材料包括（例如）基于纤维的吸音材料（例如包括玻璃纤维、开孔聚合物泡沫或纤维材料的吸音材料）以及穿孔片材。例如，微穿孔膜可在中频至高频吸收范围内起作用，在 800Hz 及以上范围内具有相对良好的性能。

[0003] 然而，大多数吸音材料不能很好地处理传声损耗。因此，频率相对低的传声损耗通常使用很多物质（例如钢板、铅、混凝土或石膏板）来进行控制。

[0004] 发明概述

[0005] 根据上述情况，我们认识到本领域需要可同时提供吸音和传声损耗、但重量相对轻的声学解决方案。

[0006] 简而言之，本发明提供声学复合材料，声学复合材料包括流阻基底，流阻基底具有结合到流阻基底主表面的至少一部分的固体隔音材料，其中隔音材料的密度为大于约 $1\text{g}/\text{cm}^3$ ，并且声学复合材料的孔隙率在约 0.002% 和约 50% 之间。

[0007] 在另一方面，本发明提供声学复合材料，声学复合材料包括流阻基底，流阻基底具有采用粘结剂结合到流阻基底主表面的至少一部分的固体隔音材料，其中隔音材料的密度为大于约 $1\text{g}/\text{cm}^3$ ，并且其中隔音材料和粘结剂一起覆盖主表面的约 20% 和约 99.998% 之间。

[0008] 在又一个方面，本发明提供声学复合材料，声学复合材料包括流阻基底，流阻基底包括基底内分布的固体隔音材料，其中隔音材料的密度为大于约 $1\text{g}/\text{cm}^3$ ，并且声学复合材料的孔隙率在约 0.002% 和约 50% 之间。

[0009] 如本文所用，术语“流阻基底”包括空气流阻在约 10 瑞利和约 2000 瑞利之间（根据 ASTM C-522 计算）的基底；当提及隔音材料时，术语“固体”包括在室温下为高度粘稠的并抗变形和 / 或流动的材料（包括（例如）玻璃或沥青）；并且术语“孔隙率”意指测量为表面百分比的声学复合材料表面中所有开放或空隙空间（例如孔）的面积测量。

[0010] 本发明的声学复合材料提供吸音和传声损耗，且其相对轻质。

附图说明

[0011] 图 1 示出本发明中可用的结构化微穿孔膜；

[0012] 图 2A- 图 2F 示出图 1 的示例性结构化膜的大致平面的膜部分上的示例性管状凸起沿线 A-A 截取的横截面的可能构型；

[0013] 图 3 示出适于形成本发明的结构化膜的示例性设备的示意图；

[0014] 图 4 为根据实例 1 的本发明的声学复合材料的照片；

- [0015] 图 5 图解示出根据实例 1 和实例 2 的本发明的声学复合材料的传声损耗数据；
[0016] 图 6 图解示出根据实例 3 和实例 4 的本发明的声学复合材料的传声损耗数据；
[0017] 图 7 图解示出根据实例 1 和实例 2 的本发明的声学复合材料的吸收数据；
[0018] 图 8 图解示出根据实例 3 和实例 4 的本发明的声学复合材料的吸收数据；
[0019] 图 9 图解示出根据实例 5-7 的本发明的声学复合材料的吸收数据；
[0020] 图 10 图解示出根据实例 8 的本发明的声学复合材料的吸收数据。

具体实施方式

[0021] 本发明的声学复合材料包括流阻基底。流阻基底的空气流阻通常在约 10 瑞利和约 2000 瑞利之间（优选在约 100 瑞利和约 2000 瑞利之间；更优选地在约 200 瑞利和约 1500 瑞利之间）。流阻基底可为任何类型的多孔膜或网。流阻基底可包括（例如）热塑性聚合物、热固性聚合物、非织造材料、织造织物、金属或塑料网、泡沫、箔、纸张等。在一些实施例中，流阻基底具有足以提供所需孔隙率的孔或穿孔。

[0022] 流阻基底可为微穿孔膜。如本文所用，术语“微穿孔膜”包括任何流阻膜，流阻膜具有在膜中限定的多个微穿孔（例如孔或狭缝）。狭缝/孔形状以及横截面可以是变化的。横截面可为（例如）环形、正方形、矩形、六边形等。最大直径（或最大横截面尺寸）为通常小于约 $1016\ \mu\text{m}$ (40 密耳)（优选为小于约 $635\ \mu\text{m}$ (25 密耳)；更优选地为小于约 $381\ \mu\text{m}$ (15 密耳)）。

[0023] 用于本发明的优选的微穿孔膜在（例如）美国专利 No. 6, 617, 002 (Wood) 和 WO 2007/127890 中有所公开。

[0024] 在一个实施例中，微穿孔膜包括，聚合物膜具有一定厚度和在聚合物膜中限定的多个微穿孔。微穿孔具有小于膜厚的最窄直径，和大于最窄直径的最宽直径。最窄直径可在（例如）从约 $254\ \mu\text{m}$ (10 密耳) 至约 $508\ \mu\text{m}$ (20 密耳) 或更小的范围内。孔形状和横截面可以是变化的。孔横截面可（例如）为环形、正方形、六边形等。孔优选为锥形的。微穿孔膜可为相对薄（例如小于约 $2032\ \mu\text{m}$ (80 密耳) 或甚至小于约 $508\ \mu\text{m}$ (20 密耳)）且柔性的（例如弯曲刚度为约 10^6 达因-厘米至约 10^7 达因-厘米或更小）。

[0025] 微穿孔膜可由多种类型的聚合物膜形成，包括（例如）热固性聚合物，例如交联或硫化的聚合物。

[0026] 制备微穿孔膜的有利方法涉及压印塑性材料。塑性材料可由塑料形成，例如聚烯烃、聚酯、尼龙、聚氨酯、聚碳酸酯、聚砜或聚苯乙烯。可添加任选添加剂。合适的添加剂包括（但不限于）填充剂、稳定剂、增塑剂、粘着剂、流动控制剂、固化率缓聚剂、增粘剂（例如硅烷和钛酸盐）、辅助剂、抗冲改性剂、可发微球体、导热粒子、导电粒子、二氧化硅、玻璃、粘土、滑石、颜料、着色剂、玻璃珠或气泡、抗氧化剂、荧光增白剂、抗微生物剂、表面活性剂、阻燃剂和含氟聚合物。上述添加剂中的一种或多种可以用于减少所得大致平面的膜部分的重量和/或成本、调节粘度或改变大致平面的膜部分的热特性或使衍生自添加剂物理特性活性的物理特性具有一定的范围，包括电学特性、光学特性、与密度相关的特性、与液体阻隔或粘合剂粘性相关的特性。也可使用共聚物和共混物。

[0027] 可压印的塑性材料可接触具有柱子的工具，柱子被成形并被布置为在塑性材料中形成孔。可压印的塑性材料可使用多种不同技术接触工具，例如为压印，包括挤压压印或压

缩模制。可压印的塑性材料可为接触模具的熔化的挤出物的形式,或为随后被加热并被设置成接触模具的预成型的薄膜的形式。通常,塑性材料首先通过将塑性材料加热到其软化点、熔点或聚合物玻璃化转变温度之上而变为可压印的状态。可压印的塑性材料随后接触柱形工具,可压印塑料与柱形工具总体上适形。柱形工具通常包括底面,考虑到拟在材料中形成的孔的所需特性,根据底面适当地选择柱子。例如,柱子的高度可以与所需的膜厚度相对应,并且柱子的边缘从最宽直径到最窄直径(其小于柱子的高度)渐缩以便得到锥形的孔。

[0028] 塑性材料随后可被硬化,以形成硬化塑料薄膜,硬化塑料薄膜具有与柱子相对应的孔。塑性材料通常在接触柱形工具时硬化。在硬化后,硬化塑料薄膜随后可从柱形工具移除。在某些情况下,硬化塑料薄膜可以经过处理以置换任何可能覆盖或部分覆盖孔的表层。

[0029] 也可利用其它用于制备微穿孔膜的方法。例如,可使用激光、针刺、阳模/阴模、加压流体或通过本领域已知的其它方法在膜中制备微穿孔。

[0030] 在另一个实施例中,微穿孔膜结构化膜,结构化膜沿着薄膜的大致平面的膜部分的至少一个主外表面具有管状凸起,其中管状凸起中的一个或多个包含孔。图1示出示例性结构化膜。图1的示例性结构化膜10包括大致平面的膜部分11和在大致平面的膜部分11的第一主表面13上方延伸的多个管状凸起12。正如以下更详细地描述,管状凸起12包括:孔15,其从第一主表面13上方的第一凸起末端16延伸进入或穿过大致平面的膜部分11;凸起侧壁18,其围绕孔15的至少一部分;和凸起长度L,其从第一凸起末端16到第一主表面13延伸一段距离。

[0031] 结构化膜包括大致平面的膜部分,例如图1所示的示例性结构化膜10的大致平面的膜部分11。大致平面的膜部分具有:第一主表面;第二主表面,其与第一主表面相对;和膜部分的平均厚度 t ,其从第一主表面延伸到第二主表面。如本文所用,术语“大致平面的膜部分”用来指结构化膜的部分,该部分围绕多个管状凸起并且使其彼此分开。如图1和图2所示,大致平面的膜部分具有平面的膜部分,平面的膜部分具有基本上小于结构化膜总宽度 w 或总长度 l 的膜部分的平均厚度 t 。

[0032] 在本发明中,通过以下方法确定大致平面的膜部分的“膜部分的平均厚度”(以 t 表示):测量相邻管状凸起之间许多位置处的大致平面的膜部分的厚度,得出膜部分厚度的总数 x ;以及计算 x 个膜部分厚度的平均部分厚度。通常, x 为大于约3,并且有利地在从约3到约10的范围内。有利的是,为了使管状凸起对测量的影响最小化,每一个测量在相邻的管状凸起之间的大约中途的位置处进行。

[0033] 结构化膜的大致平面的膜部分具有膜部分的平均厚度,该膜部分的平均厚度根据结构化膜的特定最终用途而有差别。通常,大致平面的膜部分的膜部分的平均厚度为小于约508微米(μm)(20密耳)。在一些实施例中,大致平面的膜部分的膜部分的平均厚度为从约50.8 μm (2.0密耳)至约508 μm (20密耳)。在其它实施例中,大致平面的膜部分的膜部分的平均厚度为从约101.6 μm (4.0密耳)至约254 μm (10密耳)。在另一些实施例中,大致平面的膜部分的膜部分的平均厚度为从约101.6 μm (4.0密耳)至约152.4 μm (6.0密耳)。

[0034] 结构化膜的大致平面的膜部分可包括一种或多种聚合物材料。合适的聚合物材料

包括（但不限于）聚烯烃，例如聚丙烯和聚乙烯；烯烃共聚物（例如与乙酸乙烯酯的共聚物）；聚酯，例如聚对苯二甲酸乙二醇酯和聚对苯二甲酸丁二醇酯；聚酰胺（尼龙-6 和尼龙-6,6）；聚氨酯；聚丁烯；聚乳酸；聚乙烯醇；聚苯硫醚；聚砜；聚碳酸酯；聚苯乙烯；液晶聚合物；乙烯-乙酸乙烯酯共聚物；聚丙烯腈；环状聚烯烃；或它们的组合。在一个示例性实施例中，大致平面的膜部分包括聚烯烃，例如聚丙烯、聚乙烯、或它们的共混物。

[0035] 大致平面的膜部分还可以包括如下所述的一种或多种添加剂。如果存在，大致平面的膜部分通常包括上述聚合物材料中的任何一种的至少 75 重量%以及一种或多种添加剂的高达约 25 重量%。有利的是，大致平面的膜部分包括上述聚合物材料中的任何一种的至少 80 重量%、更有利地至少 85 重量%、至少 90 重量%、至少 95 重量%以及差不多 100 重量%，其中所有重量都是根据大致平面的膜部分的总重量。

[0036] 可以将多种添加剂加到这样的聚合物熔体中：该聚合物熔体由上述聚合物中的一种或多种形成，并且被挤出以将添加剂掺入大致平面的膜部分中。通常，根据结构化膜的总重量，添加剂的量为小于约 25 重量%，有利地为高达约 5.0 重量%。适合的添加剂包括（但不限于）添加剂，例如上述的那些。

[0037] 在一个示例性实施例中，大致平面的膜部分包括单层的可热成形的材料，该单层形成第一主表面和第二主表面并具有上述膜部分的平均厚度，其中可热成形的材料包含上述聚合物和任选添加剂中的一种或多种。在结构化膜的又一个示例性实施例中，大致平面的膜部分包括单层的可热成形的材料，该单层形成第一主表面和第二主表面并具有上述膜部分的平均厚度，其中第一主表面和第二主表面被暴露（例如未覆盖）以便可设置和 / 或可附接到所需的基板。

[0038] 结构化膜还包括在大致平面的膜部分的第一主表面的上方延伸的多个管状凸起，例如，图 1 所示的示例性结构化膜 10 的管状凸起 12。管状凸起有利地由相同的可热成形的组合物形成，相同的可热成形的组合物用于形成上述大致平面的膜部分。在一个所需的实施例中，大致平面的膜部分和多个管状凸起具有连续的热成形结构，连续的热成形结构由单种可热成形的组合物形成，单种可热成形的组合物包含上述聚合物和任选添加剂中的一种或多种。

[0039] 在其它所需的实施例中，大致平面的膜部分和多个管状凸起 (i) 具有连续热成形结构，连续热成形结构由单种可热成形的组合物形成，并且 (ii) 没有后成膜、成凸起取向。如本文所用，术语“后成膜、成凸起取向”用于描述用来在膜中形成凸起和 / 或开口的常规的工艺。这种常规的工艺包括（但不限于）：热成形步骤，其用于在此前硬化薄膜结构（例如非熔体薄膜挤出物）中形成凸起；针刺法步骤；或其它薄膜针刺步骤。

[0040] 多个管状凸起可以均匀地分布在大致平面的膜部分的第一主表面上或随机地分布在第一主表面上。在一些实施例中，多个管状凸起均匀地分布在大致平面的膜部分的第一主表面上（并且任选地分布在第二主表面的对应部分上）。

[0041] 在一个示例性实施例中，结构化膜具有多个管状凸起，多个管状凸起从大致平面的膜部分延伸，其中一个或多个管状凸起具有：(i) 孔，其从第一主表面上方的第一凸起末端延伸进入或穿过大致平面的膜部分；(ii) 凸起侧壁，其围绕该孔的至少一部分，该凸起侧壁具有凸起侧壁外表面、凸起侧壁内表面和凸起侧壁厚度；和 (iii) 凸起长度 L，其从第一凸起末端延伸一段距离到达第一主表面，其中凸起长度 L 与膜部分的平均厚度 t 之比为

至少约 3.5。在另外其它实施例中,凸起长度 L 与膜部分的平均厚度 t 之比为从约 4.0 至约 10.0。

[0042] 管状凸起可以具有基本上类似的凸起长度,该凸起长度因薄膜而异,具体取决于给定结构化膜的最终用途。通常,管状凸起的凸起长度 L 在从约 25.4 μm (1 密耳)至约 1.27cm(500 密耳)的范围内,更通常在从约 50.8 μm (2 密耳)至约 2.54mm(100 密耳)的范围内,并且甚至更通常在从约 508 μm (20 密耳)至约 1.02mm(40 密耳)的范围内。

[0043] 管状凸起还可以根据其凸起孔长、凸起孔径和凸起侧壁厚度加以描述,这些尺寸中的每一个都可以根据给定结构化膜的最终用途而有差别。通常,管状凸起具有:凸起孔长,其在从约 25.4 μm (1 密耳)至约 1.32(520 密耳)的范围内,更通常在从约 50.8 μm (2 密耳)至约 2.79mm(110 密耳)的范围内,并且甚至更通常在从约 508 μm (20 密耳)至约 1.14mm(45 密耳)的范围内;凸起孔径,其在从约 25.4 μm (1 密耳)至约 6.35mm(250 密耳)的范围内,更通常在从约 25.4 μm (1 密耳)至约 2.54mm(100 密耳)的范围内,并且甚至更通常在从约 25.4 μm (1 密耳)至约 254 μm (10 密耳)的范围内;和凸起侧壁厚度,其在从约 25.4 μm (1 密耳)至约 508 μm (20 密耳)的范围内,更通常在从约 25.4 μm (1 密耳)至约 254 μm (10 密耳)的范围内,并且甚至更通常在从约 25.4 μm (1 密耳)至约 127 μm (5 密耳)的范围内。

[0044] 管状凸起还可以根据相对于上述膜部分的平均厚度 t 的凸起侧壁厚度加以描述。在一个示例性实施例中,管状凸起的至少一部分具有凸起侧壁厚度,凸起侧壁厚度等于或大于大致平面的膜部分的膜部分的平均厚度 t。

[0045] 如图 2A-2F 所示,管状凸起可以具有多种形状和横截面构型。在一些实施例中,管状凸起具有第二凸起末端,第二凸起末端设置在大致平面的膜部分的第二主表面下方。在这些实施例中,结构化膜具有多个管状凸起,多个管状凸起从大致平面的膜部分延伸,其中一个或多个管状凸起具有:(i) 孔,其从第一主表面上方的第一凸起末端延伸进入或穿过大致平面的膜部分;(ii) 凸起侧壁,其围绕孔的至少一部分,凸起侧壁具有凸起侧壁外表面、凸起侧壁内表面、和凸起侧壁厚度;和(iii) 末端到末端的凸起长度,其从第一凸起末端延伸一段距离到达第二主表面下方的第二凸起末端。例如,如图 2A 和图 2C-2F 所示,示例性管状凸起 12 具有第二末端 17,第二末端 17 设置在大致平面的膜部分 11 的第二主表面 14 下方。

[0046] 在一些实施例中,其中一个或多个管状凸起具有第二末端,第二末端位于结构化膜大致平面的膜部分的第二主表面下方,一个或多个管状凸起有利地具有上凸起长度,上凸起长度从第一凸起末端延伸一段距离到达第一主表面,其中上凸起长度(例如凸起长度 L)与膜部分的平均厚度 t 之比为至少约 3.5。更有利的是,上凸起长度(例如凸起长度 L)与膜部分的平均厚度 t 之比为约 4.0 至约 10.0。

[0047] 管状凸起可以具有凸起侧壁厚度,凸起侧壁厚度沿着凸起长度(例如凸起长度 L 或末端到末端的凸起长度)有差别。如图 2A-2F 所示,示例性管状凸起 12 可以具有凸起侧壁厚度,凸起侧壁厚度沿着凸起长度(参见(例如)图 2B)基本上保持恒定或沿着凸起长度(参见(例如)图 2A 和图 2C-2F)而有差别。在一个示例性实施例中,一个或多个管状凸起具有:第一壁厚,其在靠近第一主表面设置的凸起基座处;第二壁厚,其在第一凸起末端处;第三壁厚,其在位于凸起基座和第一凸起末端之间的凸起中间部分处,其中第一壁厚

和第二壁厚为大于第三壁厚（参见（例如）图 2F）。在另一个示例性实施例中，一个或多个管状凸起具有：第一壁厚，其在靠近第一主表面设置的凸起基座处；第二壁厚，其在第一凸起末端处；第三壁厚，其在位于凸起基座和第一凸起末端之间的凸起中间部分处，其中第一壁厚和第二壁厚为小于第三壁厚（参见（例如）图 2E）。

[0048] 在结构化膜的又一些示例性实施例中，一个或多个管状凸起具有：第一横截面积，其在大致平面的膜部分的第一主表面上方；第二横截面积，其在大致平面的膜部分内；第三横截面积，其在大致平面的膜部分的第二主表面下方，其中第一横截面积为小于第二横截面积和第三横截面积（参见（例如）图 2C）。在一些实施例中，一个或多个管状凸起具有气泡部分（例如图 2C 中所示的气泡部分 19），气泡部分与延伸穿过管状凸起的孔（例如孔 15）流体连通。在这些实施例中，气泡部分可存在于：(i) 大致平面的膜部分内；(ii) 第二主表面下方；或 (iii) 同时存在于 (i) 和 (ii) 所述位置（参见（例如）图 2C）。在另一些实施例中，可移除气泡部分的下部，从而得到从第一凸起末端延伸穿过结构化膜到达第二凸起末端的开口。例如，可以通过沿着图 2C 所示虚线 B-B 切割气泡部分 19 来移除沿着图 2C 所示管状凸起 12 第二末端 17 的气泡部分 19 的一部分。

[0049] 应该指出的是，管状凸起可以具有外管状凸起横截面构型，外管状凸起横截面构型根据所需的横截面构型和用来形成管状凸起的模具类型而有差别。例如，管状凸起的外管状凸起横截面形状可以为圆形、椭圆形、多边形、正方形、三角形、六边形、多叶形、或它们的任何组合。

[0050] 在结构化膜的其它示例性实施例中，一个或多个管状凸起具有孔（例如孔 15），孔完全延伸穿过大致平面的膜部分（需要或不需要移除上述管状凸起的一部分）。如图 2A-2B 和图 2D-2F 所示，示例性管状凸起 12 包含孔 15，孔 15 从第一凸起末端 16 沿着凸起长度延伸到第二凸起末端 17。如图 2A-2B 和图 2D-2F 所示，孔 15 的横截面积沿着从第一凸起末端 16 到第二凸起末端 17 的凸起长度可以是变化的（参见（例如）图 2A 和图 2D-2F）或保持基本上恒定的（参见（例如）图 2B）。

[0051] 在一个所需的实施例中，结构化膜具有多个管状凸起，多个管状凸起从大致平面的膜部分延伸，其中管状凸起的至少一部分具有：(i) 孔，其从第一主表面上方的第一凸起末端延伸穿过大致平面的膜部分到达大致平面的膜部分下方的第二凸起末端，从而提供穿过结构化膜的开口；(ii) 凸起侧壁，其围绕孔的至少一部分，凸起侧壁具有凸起侧壁外表面、凸起侧壁内表面、和凸起侧壁厚度；和 (iii) 末端到末端的凸起长度，其从第一凸起末端延伸一段距离到达第二凸起末端。

[0052] 通常，管状凸起大致垂直于大致平面的膜部分而延伸，如图 2A-2F 所示；然而，管状凸起相对于大致平面的膜部分的其它取向在本发明的范围内。

[0053] 管状凸起可以沿着结构化膜的大致平面的膜部分的一个或两个主表面存在，并且管状凸起密度根据管状凸起密度和结构化膜的最终用途而有差别。在一个示例性实施例中，管状凸起沿着结构化膜大致平面的膜部分的一个或两个主表面存在，并且大致平面的膜部分外表面区域中的管状凸起密度高达约 1000 个凸起 /cm²。通常，管状凸起沿着结构化膜大致平面的膜部分的一个或两个主表面存在，并且大致平面的膜部分外表面区域中的管状凸起密度为约 10 个凸起 /cm² 至约 300 个凸起 /cm²。

[0054] 在一些实施例中，结构化膜为液体不可透过的（例如水不可渗透的）且蒸汽可透

过的。

[0055] 一种可用于本发明的制备结构化膜的方法包括从模中挤出熔体挤出物片材；使熔体挤出物接触模具，以便引起熔体挤出物的一部分进入位于模具外表面上的多个孔中，从而导致：(i) 在模具的一个或多个孔内的较高气压与跟模具相对的熔体挤出物外表面上的较低气压之间产生气压差；以及(ii) 沿着熔体挤出物表面形成多个凸起；允许模具的一个或多个孔内的空气沿朝向跟模具相对的熔体挤出物外表面的方向移动，以便：(i) 降低气压差；以及(ii) 在多个凸起中的一个或多个内形成凸起孔；以及冷却熔体挤出物和多个凸起，以形成结构化膜，结构化膜包括大致平面的膜部分，大致平面的膜部分具有第一主表面和第二主表面以及从至少第一主表面延伸的多个管状凸起。

[0056] 在制备结构化膜的上述示例性方法中，使接触的步骤可以包括夹紧在模具和夹紧辊之间的熔体挤出物，其中模具包括模具辊。此外，该允许步骤可以包括旋转模具辊和夹紧辊，以使得夹紧辊不被设置在与模具相对的熔体挤出物外表面上方。在制备结构化膜的示例性方法中的任何者中，可以调节一个或多个工艺参数，从而该允许步骤在管状凸起中的一个或多个内导致凸起孔，以从第一凸起末端延伸进入或穿过大致平面的膜部分。可调节的工艺参数包括（但不限于）挤出物组成、挤出物温度、模具温度、模具速度、模具孔深、熔体挤出物片材厚度、或它们的任何组合。

[0057] 在制备结构化膜的其它示例性方法中，可以调节一个或多个工艺参数，从而该允许步骤在一个或多个管状凸起内导致凸起孔，该凸起孔从第一凸起末端延伸进入或穿过大致平面的膜部分，以便形成与凸起孔流体连通的气泡部分。在该实施例中，气泡部分可以设置在：(i) 大致平面的膜部分内；(ii) 大致平面的膜部分的第二主表面下方；或(iii) 同时设置在(i)和(ii)所述位置。可调节以形成气泡部分的工艺参数包括（但不限于）挤出物组成、挤出物温度、模具温度、模具速度、模具孔深、熔体挤出物片材厚度、或它们的任何组合。

[0058] 在某些实施例中，其中气泡部分在一个或多个管状凸起内形成，制备结构化膜的方法还可以包括打开气泡部分，从而得到完全延伸穿过管状凸起中的一个或多个的开口。打开气泡部分的步骤可以包括移除气泡部分的顶端（例如从气泡部分的下表面切割顶端）、穿刺气泡部分（例如用针或其它锋利物体）、使凸起孔加压、加热或火焰处理气泡部分的顶端、或上述打开步骤的任何组合。

[0059] 在制备结构化膜的其它示例性方法中，调节一个或多个工艺参数，以便该允许步骤在一个或多个管状凸起内导致凸起孔，该凸起孔从第一凸起末端延伸穿过大致平面的膜部分，从而得到延伸穿过一个或多个管状凸起的开口（例如不需要上述打开步骤）。同样，可调节以形成完全延伸穿过一个或多个管状凸起的开口的工艺参数包括（但不限于）挤出物组成、挤出物温度、模具温度、模具速度、模具孔深、熔体挤出物片材厚度、或它们的任何组合。

[0060] 在制备结构化膜的另一些示例性方法中，可以调节上述工艺参数中的一个或多个，以便该允许步骤导致一个或多个管状凸起，该一个或多个管状凸起从结构化膜的第一主表面上方延伸到结构化膜的第二主表面下方。在该实施例中，该方法还可以包括：在冷却步骤后，如果需要，则移除结构化膜第二外表面下方的热成形材料的至少一部分，从而得到这样的开口，该开口从第一主表面上方的第一凸起末端完全延伸穿过结构化膜的一个或多

个管状凸起到达第二主表面下方的第二凸起末端。在该实施例中,该方法也可以任选包括这样的步骤:其中位于结构化膜第二主表面下方的热成形材料基本上全部被移除,以使得结构化膜包括仅沿着结构化膜第一主表面的多个管状凸起。

[0061] 在一个所需的实施例中,制备结构化膜的方法包括这样的步骤:将熔体挤出物从模中挤出到在旋转模具辊和旋转夹紧辊之间形成的辊隙中;迫使熔体挤出物的一部分进入位于旋转模具辊中的多个孔中,从而导致:(i) 旋转模具辊的一个或多个孔内的较高气压与跟旋转模具辊相对的熔体挤出物外表面上的较低气压之间产生气压差;以及(ii) 沿着熔体挤出物表面形成多个凸起;旋转模具辊和夹紧辊,以便允许旋转模具辊的一个或多个孔内的空气沿朝向跟旋转模具辊相对的熔体挤出物外表面的方向移动,以便形成多个凸起中的一个或多个内的凸起孔;以及将熔体挤出物和多个凸起冷却到熔体挤出物和多个凸起的软化温度以下。可以使用设备进行该示例性方法,例如图3所示的示例性设备30。

[0062] 如图3所示,示例性设备30包括模头组件31,熔体挤出物32从模头组件31退出。熔体挤出物32接着到达点 P_A ,在该点处,熔体挤出物32从沿箭头 A_1 所示第一方向旋转的夹紧辊33和沿箭头 A_2 所示相反方向旋转的模具辊34之间穿过。在点 P_A 处,夹紧辊33迫使一部分熔体挤出物32进入模具辊34外表面39内的孔(未示出)中。夹紧辊33的外表面38通常是光滑的,并且可选地被涂覆剥离材料(例如有机硅或PTFE)。当熔体挤出物32因夹紧辊33的外表面38施加的力而填充模具辊34的外表面39中的孔(未示出)时,各个孔(未示出)内的气压增加,从而在各个孔(未示出)内较高气压和与模具辊34相对的熔体挤出物32外表面36上的较低气压之间形成气压差。

[0063] 当夹紧辊33和模具辊34旋转时,夹紧辊33的外表面38偏离熔体挤出物32的外表面36,这使得各个孔(未示出)内的空气穿过各个孔(未示出)内的熔体挤出物朝熔体挤出物32的外表面36(即,朝低气压)移动。在点 P_B 附近,模具辊34外表面39的各个孔(未示出)内的熔体挤出物开始硬化。据信,与模具辊34外表面39和各个孔侧壁表面相邻的熔体挤出物在各个孔中央位置中熔体挤出物的中部硬化之前硬化。当熔体挤出物32沿模具辊34的外表面39从点 P_B 移动到点 P_C 时,上述空气移动引起孔在熔体挤出物内形成,从而快速地朝熔体挤出物32的外表面36移动。如上所述,空气移动可以导致:(i) 孔延伸进入或穿过熔体挤出物32的大致平面的膜部分;(ii) 气泡在熔体挤出物32的大致平面的膜部分内或下方形成;(iii) 孔完全延伸穿过熔体挤出物32的大致平面的膜部分;(iv) 第二凸起末端在熔体挤出物32的大致平面的膜部分的第二主表面下方;或(v) 在(i)至(iv)中所述结果的任何组合。

[0064] 在点 P_C 附近,此处形成的熔体挤出物32和管状凸起12基本上被硬化。当熔体挤出物32以及其中的管状凸起12沿模具辊34的外表面39移动时,基本上硬化的熔体挤出物32的外表面36接触沿箭头 A_3 所示方向旋转的出料辊33的外表面40。在点 P_D 处,基本上硬化的熔体挤出物32脱离模具辊34的外表面39并且沿出料辊33的外表面40按箭头 A_4 所示方向前进,从而导致其内具有管状凸起12的结构化膜37。

[0065] 本发明所公开的制备本发明的结构化膜的示例性方法可以用来形成包括任何上述聚合物材料和任选添加剂的结构化膜。通常,热成形方法步骤涉及在从约120℃至约370℃范围内的熔体挤出温度下挤出成膜可热成形的材料的熔体。

[0066] 本发明所公开的制备本发明的结构化膜的方法可制备孔深/孔径比相对大的结

构化膜。例如,在一个示例性实施例中,本发明所公开的方法能够制备结构化膜,其中管状凸起的至少一部分的凸起孔长与凸起孔径之比为至少约 1 : 1。在其它示例性实施例中,本发明所公开的方法能够制备结构化膜,其中管状凸起的至少一部分凸起孔长与凸起孔径之比为至少约 3 : 1 以及差不多 5 : 1 和更高。

[0067] 此外,提供相对较薄的大致平面的膜部分的能力允许膜的基重较低,这在关注重量的应用中可为有利的。本发明的结构化膜的基重较低也转化为原材料用量较少和制备成本较低。本发明所公开的方法能够制备这样的结构化膜:其中管状凸起的至少一部分的凸起孔长与膜部分的平均厚度之比为至少约 1.1 : 1,并且在一些实施例中,凸起孔长与膜部分的平均厚度之比为至少约 5 : 1,并且在一些实施例中,凸起孔长与膜部分的平均厚度之比为至少约 10 : 1 或更高。

[0068] 本发明所公开的制备结构化膜的方法可以利用模具,以便制备具有如上述凸起长度 L 的管状凸起。例如,合适的模具在模具外表面中可以具有多个孔,其中孔的模具平均孔深为高达约 1.5cm(588 密耳)。在其它实施例中,合适的模具的孔的平均模具孔深可以为约 27.9 μm (1.1 密耳)至约 3.0mm(117 密耳),并且在其它实施例中,平均模具孔深为约 747 μm (29.4 密耳)至约 1.5mm(58.8 密耳)。

[0069] 合适的模具在其内也可以具有孔,其中孔具有一个或多个孔横截面形状,以便形成具有所需的横截面形状的管状凸起。合适的孔横截面形状包括(但不限于)圆形、椭圆形、多边形、正方形、三角形、六边形、多叶形、或它们的任何组合。

[0070] 另外,合适的模具可以具有沿模具的外表面(例如在模具辊 54 的外表面 59 中)的任何所需的孔密度。例如,模具的孔密度可为高达约 1000 个孔/ cm^2 的模具外表面积。通常,模具的孔密度在从约 10 个孔/ cm^2 至约 300 个孔/ cm^2 的范围内的模具外表面积。

[0071] 本发明的声学复合材料包括隔音材料。隔音材料将频率吸收转变为较低频率范围并且也形成增加的传声损耗。在一些实施例中,流阻基底具有结合到其主表面中至少一个的至少一部分的隔音材料。在一些实施例中,隔音材料结合到流阻基底的两个主表面。如本文所用,术语“结合”包括将隔音材料声耦合(即,接合及固定)到基底的化学和机械方式。在其它实施例中,隔音材料分布在流阻基底内(即,隔音材料在膜“的内部”)。

[0072] 在本发明的声学复合材料中使用的隔音材料的密度为大于约 $1\text{g}/\text{cm}^3$ (优选大于约 $2\text{g}/\text{cm}^3$;更优选大于约 $4\text{g}/\text{cm}^3$)。合适的隔音材料包括(例如)金属、金属合金、金属氧化物、玻璃、硅酸盐、矿物、硫化物、粘土、沥青、碳酸钙、硫酸钡、装填聚合物等等。

[0073] 隔音材料可为任何可用的形式。例如,隔音材料可为粒子、颗粒或小珠。在声学复合材料中,其中隔音材料在流阻基底表面上,隔音材料也可(例如)为包含孔的物质连续层(即,“邻接层”),例如包含孔的金属箔。优选的是,隔音材料选自金属粒子、玻璃粒子以及它们的组合;更优选地,隔音材料为钢粒子或玻璃粒子。

[0074] 在本发明的一个实施例中,隔音材料为包含聚合物的层,例如为三元乙丙橡胶(EPDM)、乙烯-醋酸乙烯(EVA)、或用密度比聚合物高的粒子填充的烯烷基聚合物。合适的填料粒子可包括上述作为合适隔音材料中的任何者。填料粒子的密度为大于约 $1\text{g}/\text{cm}^3$ (优选的是,大于约 $2\text{g}/\text{cm}^3$;更优选地大于约 $4\text{g}/\text{cm}^3$)。优选的填料粒子的实例包括碳酸钙、硫酸钡以及其它密度为大于约 $1\text{g}/\text{cm}^3$ 的矿物基粒子。具有填料粒子的聚合物的密度通常为从约 0.15lb/ft² 至约 1.5lb/ft²。

[0075] 隔音材料层（包括（但不限于）包含填料粒子的聚合物隔音材料层）可包含孔或穿孔。孔或穿孔可为任何形状的，但优选相对圆形的。优选的是，其直径为从约 3mm 至约 20mm，且直径大于上述平面的微穿孔膜约 10 至约 300 倍。此隔音材料层的孔隙率或开口面积百分比通常在从约 10% 至约 60% 的范围内。通过将孔或穿孔添加到隔音材料层，其基重可减少（例如）约 10% 至约 50%。

[0076] 被称为“漏式阻隔”的声学复合材料可通过将上述包含孔或穿孔的隔音材料层结合（例如层合）到流阻基底而制成。通过改变隔音材料层的孔隙率，声学复合材料的总孔隙率可以是变化的。因此，声学复合材料的孔隙率为隔音材料孔隙率乘以流阻基底孔隙率的函数。优选的是，漏式阻隔的声学复合材料的孔隙率为约 0.06% 至约 50%（更优选地为约 0.06% 至约 30%，甚至更优选地为约 0.06% 至约 10%）。

[0077] 当设计用于特定应用的声学复合材料时，本领域的技术人员可使用已知质量定律原理来选择适当的隔音材料。

[0078] 隔音材料可使用任何合适的粘结剂结合到流阻基底。合适的粘结剂的实例包括热塑性树脂，例如乙烯-丙烯酸共聚物、聚乙烯和聚（乙基甲基丙烯）酸；固化为非粘性状态的丙烯酸类压敏粘合剂；以及具有发粘状态的热固性粘结剂，例如环氧树脂、酚醛树脂和聚氨酯。优选的是，粘结剂是环氧粘结剂。

[0079] 粘结剂通常由固化性粘结剂前体制备。固化性粘结剂前体可包括有机热固性材料和/或热塑性材料，但这不是必要条件。优选的是，粘结剂前体能够通过辐射能或热能固化。辐射能源包括电子束能、紫外光、可见光和激光。如果使用紫外或可见光，则可以使用光引发剂。

[0080] 可用的热固性固化性粘结剂前体包括（例如）酚醛树脂、聚酯树脂、共聚酯树脂、聚氨酯树脂、聚酰胺树脂、以及它们的混合物。可用的温度活化热固性粘结剂前体包括含甲醛的树脂，例如苯酚甲醛、酚醛清漆（优选的是，具有添加的交联剂的那些）、酚醛塑料以及氨基塑料。不饱和聚酯树脂；乙烯基酯树脂；烷基树脂；烯丙基树脂；呋喃树脂；环氧树脂；聚氨酯；氰酸盐酯；以及聚酰亚胺。能够通过辐射能被固化的可用粘结剂前体包括丙烯酸酯化聚氨酯、丙烯酸改性环氧树脂、烯键式不饱和化合物、具有丙烯酸酯侧基的氨基塑料衍生物、乙烯基醚、环氧树脂以及它们的组合。

[0081] 可用热塑性固化性粘结剂前体包括聚烯烃树脂，例如聚乙烯和聚丙烯；聚酯和共聚酯树脂；乙烯基树脂，例如聚氯乙烯和氯乙烯-乙酸乙烯基酯共聚物；聚乙烯醇缩丁醛；醋酸纤维素；丙烯酸类树脂，包括聚丙烯酸类和丙烯酸类共聚物，例如丙烯腈-苯乙烯共聚物；以及聚酰胺、共聚酰胺以及它们的组合。

[0082] 隔音材料可与粘结剂（或粘结剂前体）混合，并且随后添加到流阻基底的表面。或者，粘结剂（或粘结剂前体）可首先涂布到流阻基底上，并且随后声学材料可添加到被涂布基底。在任一种情况下，粘结剂可按任何所需图案（例如圆点或条纹图案）而图案化。图案可（例如）通过将粘结剂（或粘结剂前体）穿过模版孔或网版涂布而获得。粘结剂（或粘结剂前体）也可使用旋转网版印刷、辊涂、模具涂布、机械布置凝聚物或通过任何本领域已知的方式而涂布到流阻基底上。通常，隔音材料和粘结剂一起覆盖流阻基底主表面的约 20% 和约 99.98% 之间（优选在约 20% 和约 99.5% 之间）。

[0083] 在实施例中，其中隔音材料分布在流阻基底内，可以挤压、压延和/或按压包含隔

音材料的聚合物材料。美国专利 No. 4, 486, 200 (Heyer 等人) 的方法也可用于制备带有阻隔材料分布在流阻基底内的声学复合材料。本发明的声学复合材料的孔隙率通常在约 0.002% 和约 50% 之间 (优选在约 0.5% 和约 50% 之间; 更优选地在约 0.5% 和约 15% 之间)。声学复合材料的孔隙率是裸露的流阻基底的孔隙率以及粘结剂和隔音材料的覆盖率这两者的函数。

[0084] 本领域的技术人员将会知道, 当设计声学复合材料或声学复合材料系统时必须考虑到多种变量。可影响吸音和传声损耗的关键变量包括声学膜的质量以及穿孔膜的流阻。膜的流阻或孔隙率对声学系统的吸收特性具有最大的影响。系统的质量对传声损耗具有最大的影响。通常, 随着孔径 / 孔隙率增加 (并由此流阻降低), 吸收曲线将偏移到较高频率吸收并加宽频率范围。随着孔径 / 孔隙率降低 (并由此流阻增加), 吸收曲线将偏移到较低频率吸收以及较窄的频率吸收范围。传声损耗直接受质量定律影响。传声损耗随着膜质量增加而增加。当系统的质量增加时, 质量也将通过将吸收曲线偏移到较低频率而影响吸收。

[0085] 当设计声学复合材料或声学复合材料系统时, 选择的材料也可以影响非声学性质。根据所选的材料, 本发明的声学复合材料可提供以下性质中的一种或多种: 无线电频率、热传递、热反射、传导性 (电、热或光)、不传导性 (电、热或光)、电磁波、光反射或光透射、阻燃性、柔韧性、或可拉伸性。

[0086] 本发明的声学复合材料可包括一层或多层可选层。合适的附加层包括 (但不限于) 织物层 (例如织造材料、非织造材料和针织织物); 纸层; 含色层 (例如印刷层); 亚微米纤维层, 例如美国专利申请序列号 No. 60/728, 230 中所公开的那些; 泡沫; 粒子层; 金属薄片层; 膜; 装饰织物层; 隔膜 (即, 具有控制的渗透性的膜, 例如, 渗析膜、反渗透膜等); 结网; 网片; 布线及管网; 或它们的组合。

[0087] 在本发明的声学复合材料的实施例中, 其中流阻基底包括管状凸起, 一层或多层附加层可以在下述情况下存在: (i) 在管状凸起末端上和 / 或接触管状凸起末端 (例如第一凸起末端), 管状凸起末端在结构化膜的大致平面的膜部分的第一主表面上方延伸; (ii) 在管状凸起末端上和 / 或接触管状凸起末端 (例如第二凸起末端), 管状凸起末端在结构化膜的大致平面的膜部分的第二主表面下方延伸; (iii) 在大致平面的膜部分的第二主表面上和 / 或接触大致平面的膜部分的第二主表面 (例如第二主表面); (iv) 在 (i) 和 (ii) 两者所述的情况下; 或 (v) 在 (i) 和 (iii) 两者所述的情况下。

[0088] 本发明的声学复合材料可设置在反射表面附近, 以限定两者间的腔体。腔体可纯粹为空气间隙, 或其可包括 (例如) 非织造材料。腔体的深度通常取决于在其中将要使用的声学复合材料的频率范围。例如, 增加腔体深度会将吸收的频率曲线偏移到较低频率。但通常腔体的深度将在从约 0.3cm (1/8 英寸) 至约 15cm (6 英寸) (优选的是在约 0.3cm (1/8 英寸) 至约 2.5cm (1 英寸)) 的范围内。

[0089] 声学复合材料可以多种方法设置在反射表面附近。例如, 声学复合材料可附接到包括反射表面的结构。在这种情况下, 声学复合材料可附接在其边缘和 / 或其内部上。声学复合材料也可类似于布帘一样从反射表面附近的结构上悬挂。间隔结构 (例如蜂窝状结构) 可设置在声学复合材料和反射表面之间。

[0090] 反射表面可为 (例如) 机动车的表面 (例如机动车引擎盖、仪表板、或底盘下腹部表面)、壁或顶篷或建筑、窗口等。反射表面也可可为金属板或背衬膜。

[0091] 对于一些应用（例如为机动车地毯应用）而言，可提供声学复合材料作为包括毯层、声学复合材料和非织造层的分层构造的一部分。优选的是，非织造层包括长弹毛（例如由织物碎屑或碎布制成的纤维材料）。分层构造还可包括金属板。通常金属板为机动车的整体部分。此类分层构造在相对轻质系统中提供优良的声学性能。

[0092] 本发明的声学复合材料（以及包含声学复合材料的系统）可用于多种应用中。它们尤其可用于声学应用，例如吸音和隔音应用中。在一个示例性实施例中，使用声学复合材料的方法包括用于在一定区域中提供吸音和传声损耗的方法，其中该方法包括采用本发明的声学复合材料围绕该区域的至少一部分。对于在从约 500Hz（优选从约 400Hz、更优选从约 250Hz、最优选从约 100Hz）至约 4000Hz 的范围内的频率，声学复合材料可提供的吸音率为约 50% 或更多。对于在从约 500Hz（优选从约 400Hz、更优选从约 250Hz、最优选从约 100Hz）至约 4000Hz 的范围内的频率，声学复合材料也可提供的传声损耗在从约 3dB 至约 30dB 的范围内。

[0093] 在一些实施例中，整个区域可以被声学复合材料单独围绕或被声学复合材料与一个或多个上述可选层相结合围绕。

[0094] 围绕一定区域的步骤可以包括将声学复合材料设置在该区域的至少一部分上方。在一些实施例中，围绕步骤可以包括将声学复合材料或复合材料系统设置在该区域的至少一部分上方。围绕步骤还可以包括的步骤为将声学复合材料或复合材料系统附接到基底。上述附接方法中的任何者都可以用于将声学复合材料或复合材料系统附接到给定的基底。合适的基底可以包括（但不限于）建筑的壁、建筑的顶篷、用来形成建筑的壁或顶篷的建筑材料、金属薄片、玻璃基板、门、窗、车辆元件、机械元件、电子装置（例如打印机、硬盘驱动等）或器具元件。

[0095] 在本发明的其它实施例中，使用声学复合材料的方法包括用于在发声物体和一定区域之间提供吸音和传声损耗的方法。在该示例性方法中，该方法可以包括在发声物体和该区域之间提供声学复合材料。对于在从约 500Hz（优选从约 400Hz、更优选从约 250Hz、最优选从约 100Hz）至约 4000Hz 的范围内的频率，声学复合材料可提供的吸音率为约 50% 或更多。对于从约 500Hz（优选从约 400Hz、更优选从约 250Hz、最优选从约 100Hz）至约 4000Hz 的范围内的频率，声学复合材料也可提供的传声损耗在从约 3dB 至约 30dB 的范围内。

[0096] 发声物体可以为发出声音的任何物体，包括（但不限于）车辆电动机、一台机器、器具电动机或其它移动元件、电子装置（例如电视）、动物等。

[0097] 使用本发明的声学复合材料的上述示例性方法中的任一者中的区域可以为这样的任何区域：其中声音被吸收和 / 或被限制。合适的区域可以包括（但不限于）房间内部；车辆内部或其它位置；一台机器；器具；办公区或工业区的单独减音区域；录音或复制区域；剧院或音乐厅内部；声音会造成危害的消声、分析或实验室或厅；以及用来隔离和 / 或保护耳朵免受噪音损伤的耳罩或耳套。

[0098] 本发明的声学复合材料也可以用作地毯系统中的阻膜层。在该实施例中，一个或多个织物层被附接到声学复合材料的每一侧，以形成层合物。

[0099] 实例

[0100] 本发明的对象和优点将通过以下实例进一步说明，但在这些实例中列举的具体材

料及其数量以及其它条件和细节不应当被理解成是对本发明的不当限制。

[0101] 实例 1 和实例 2 :具有不锈钢珠 (实例 1) 或玻璃珠 (实例 2) 的微穿孔膜

[0102] 材料 :

[0103] 1. 微穿孔膜,厚度为 20 密耳 (或 0.51mm),冲孔微穿孔 (780 个孔 / 英寸³) (121 孔 / 厘米³) 的平均孔径为 5 密耳 (或 0.13mm),大致如美国专利 No.6,617,002 (Wood) 中所述制成。

[0104] 2. 环氧树脂 (Scotch-Weld, DP 100 Fast Cure, 可得自 3M 公司 ((St. Paul, Minnesota)), 50cc/ 包

[0105] 3. 珠, 用作填料 : 不锈钢珠, 直径 : 8 密耳 (或 0.2mm), 玻璃珠 : 3 密耳 (或 0.075mm)。

[0106] 4. 不锈钢网, 厚度为 30 密耳 (0.76mm), 孔径为 1.63mm, 孔密度为 74 个孔 / 平方英寸。

[0107] 5. 丙酮, 溶剂等级

[0108] 步骤 :

[0109] 作为基底的微穿孔膜用 1% 的环氧树脂 (Scotch-Weld DP 100) 溶液在丙酮溶液中进行预处理。然后该膜在通气罩中室温干燥 4 小时。将 17.8cm (7 英寸) × 17.8cm (7 英寸) 的预处理膜放置在平坦表面上, 然后用脱模剂 (Rocket Release, E302, Stoner, Inc. (Quarryville, PA)) 处理过的金属网覆盖。将 18g 重的环氧树脂混合物混合, 并将 140g 的不锈钢珠 (或 80g 的玻璃珠) 混合到该环氧树脂中。混合之后, 迅速将所得的混合物倒在金属网上, 并使用刮刀将多余部分移除。倒完混合物之后, 立即将金属网从基底移除。在任何进一步处理之前, 将其上印制有金属 / 环氧树脂的膜进一步在室温下固化 2 小时。所得的实例 1 的声学复合材料以 5 倍率在图 4 中示出。

[0110] 基于玻璃珠 : 重量增加 : 422g/m²

[0111] 基于钢珠 : 重量增加 : 1899g/m²

[0112] 实例 3 和实例 4 : 具有不锈钢珠 (实例 3) 或玻璃珠 (实例 4) 的阻抗性非织造稀松布

[0113] 材料 :

[0114] 1. 非织造稀松布, 聚丙烯 (1.5 盎司 / 平方码) SMS, 由 Kimberly-Clark 纺粘。气流阻力为 17 瑞利。

[0115] 2. 环氧树脂 (Scotch-Weld, DP 100 Fast Cure), 50cc/ 包

[0116] 3. 珠, 用作填料 : 不锈钢珠, 直径 : 8 密耳 (或 0.2mm), 玻璃珠 : 3 密耳 (或 0.075mm)。

[0117] 4. 不锈钢网, 厚度为 30 密耳 (0.76mm), 孔径为 1.63mm、孔密度为 74 个孔 / 平方英寸。

[0118] 步骤 :

[0119] 将 17.8cm (7 英寸) × 17.8cm (7 英寸) 阻抗性稀松布样品铺放在平坦表面上, 然后用脱模剂 (Rocket Release, E302) 处理过的金属网覆盖。将 18g 重的环氧树脂混合物混合, 并将 140g 的不锈钢珠 (或 80g 的玻璃珠) 混合到该环氧树脂中。混合之后, 迅速将所得的混合物倒在金属网上, 并使用刮刀将多余部分移除。倒完混合物之后, 立即将金属网从

基底移除。在任何进一步处理之前,将其上印制有金属/环氧树脂的膜进一步在室温下固化 2 小时。

[0120] 基于玻璃珠:重量增加:791g/m²

[0121] 基于钢珠:重量增加:1793g/m²

[0122] 实例 5-7:用 EPDM 橡胶层合的微穿孔膜

[0123] 材料:

[0124] 1. 微穿孔膜,厚度为 0.51mm,平均孔径为 0.13mm,如美国专利 No. 6,617,002 中所述制成。

[0125] 2. EPDM(三元乙丙)橡胶片,厚度为 3.4mm,基重为大约 4200-4300g/m²。

[0126] 3. 压敏喷雾粘合剂,3MTM Super 77TM 或 3M Hi-Strength 90。

[0127] 4. 不锈钢片材 (0.305m×0.610m×0.006m)

[0128] 5. 钢块重量 (9.07kg)

[0129] 步骤:

[0130] 从 EPDM 橡胶片以及另外从微穿孔膜上切割直径为 120mm 的圆片。然后使用钢尺模从 EPDM 橡胶片中冲出实例 5 的孔径为 12.7mm(实例 6 的孔径为 19.05mm,实例 7 的孔径为 6.35mm)的孔。实例 5 的孔数为 12 个孔(实例 6 的孔数为 6 个孔,实例 7 的孔数为 40 个孔),且这些孔对称分布在中心周围,并分布在直径为 120mm 的 EPDM 橡胶圈的 100mm 直径的区域内。所得的实例 5 的孔隙率为大约 0.07%。所得的实例 6 的孔隙率为大约 0.08%。所得的实例 7 的孔隙率为大约 0.06%。然后采用喷雾粘合剂喷涂带孔的 EPDM 圆片。将微穿孔膜迅速设置在 EPDM 橡胶层的顶部上。然后,将微穿孔膜和具有压敏粘合剂的 EPDM 橡胶放置在两块不锈钢片材之间,然后将重块(大约 9.07kg)放置在不锈钢片材顶部上 5 小时以上。

[0131] 实例 8:用条带层合的微穿孔膜

[0132] 材料:

[0133] 1. 微穿孔膜,厚度为 0.51mm,平均孔径为 0.13mm 的孔,如美国专利 No. 6,617,002 中所述制成

[0134] 2. 在一侧上具有压敏粘合剂的箱体密封带,3MTM ScotchTM 355

[0135] 步骤:

[0136] 从微穿孔膜上切割直径为 120mm 的圆片。然后,将大约 3-4 条箱体密封带施加到微穿孔膜上,以覆盖微穿孔膜的大多数面积,覆盖的面积为大约 99.998%。将压敏侧紧靠微穿孔膜表面设置。将孔隙率为大约 0.002%朝直径为 100mm 的圆片区域最里面的中心设置。

[0137] 声学测试

[0138] 在实例 1-8 的样品以及没有隔音材料的微穿孔膜和阻抗性稀松布样品(比较例 1 和比较例 2)上进行吸音测试。利用采用 64 平方毫米管的 Bruel & Kjaer(Norcross, Georgia)Model 6205 阻抗管试验器。试验根据 ASTM Document #5285 进行。阻抗管试验结果在图 5-10 中示出。

[0139] 在不脱离本发明的范围和精神的前提下,本领域的技术人员将显而易见的是可对本发明进行各种修改和更改。应当理解,本发明并非意图受上文所示的示例性实施例和实

例的不当限制,并且这种实例和实施例仅以举例的方式提出,而且本发明的范围旨在仅受下文所示的权利要求书的限制。

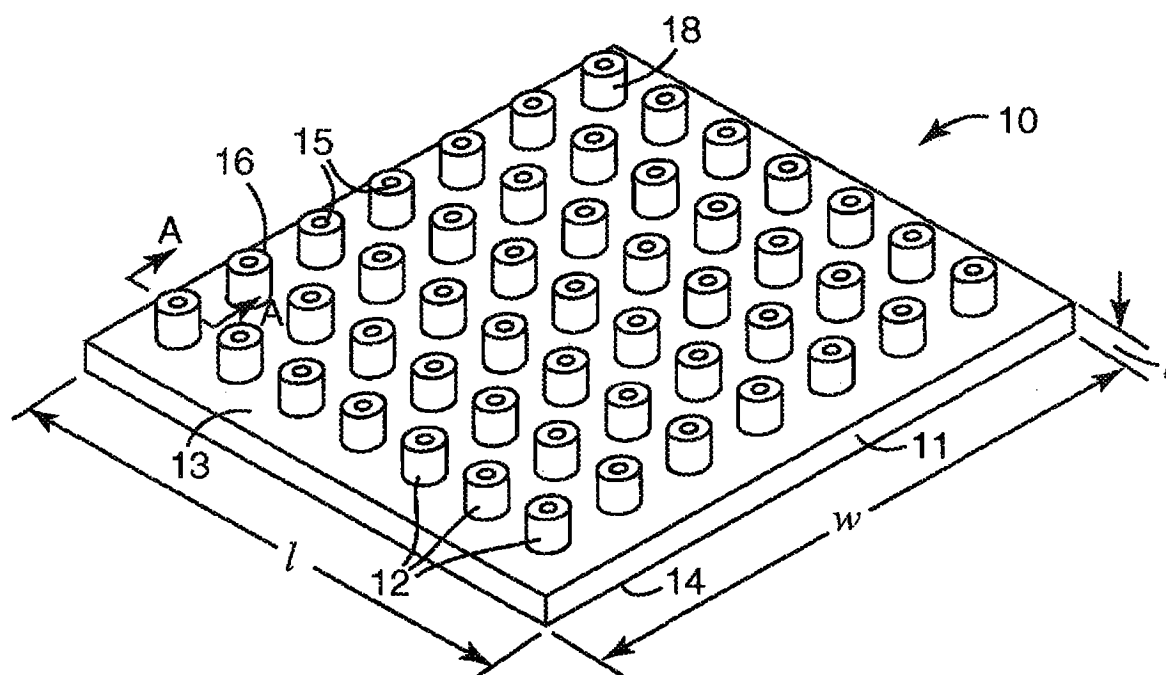


图 1

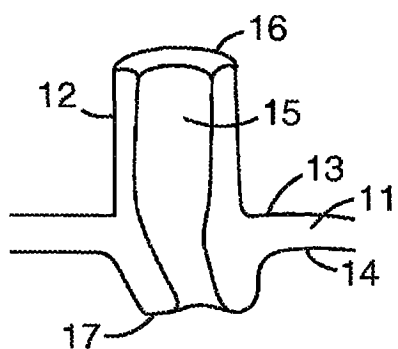


图 2A

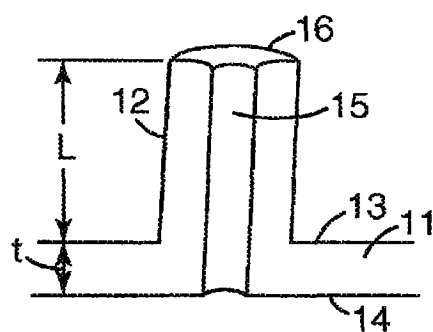


图 2B

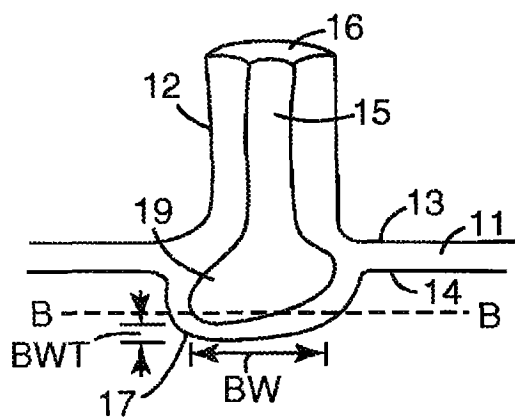


图 2C

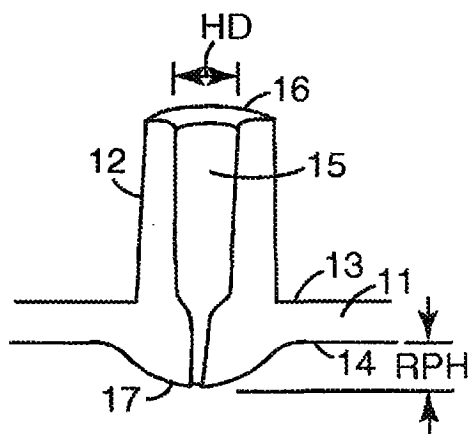


图 2D

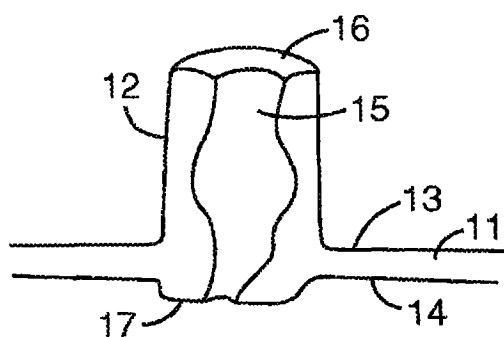


图 2E

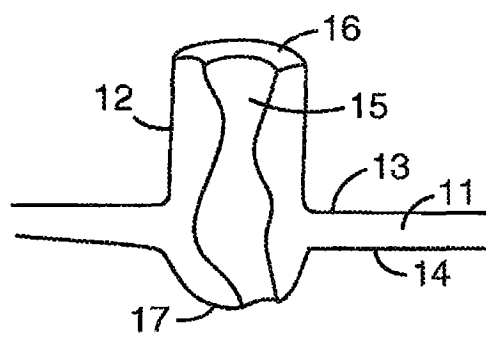


图 2F

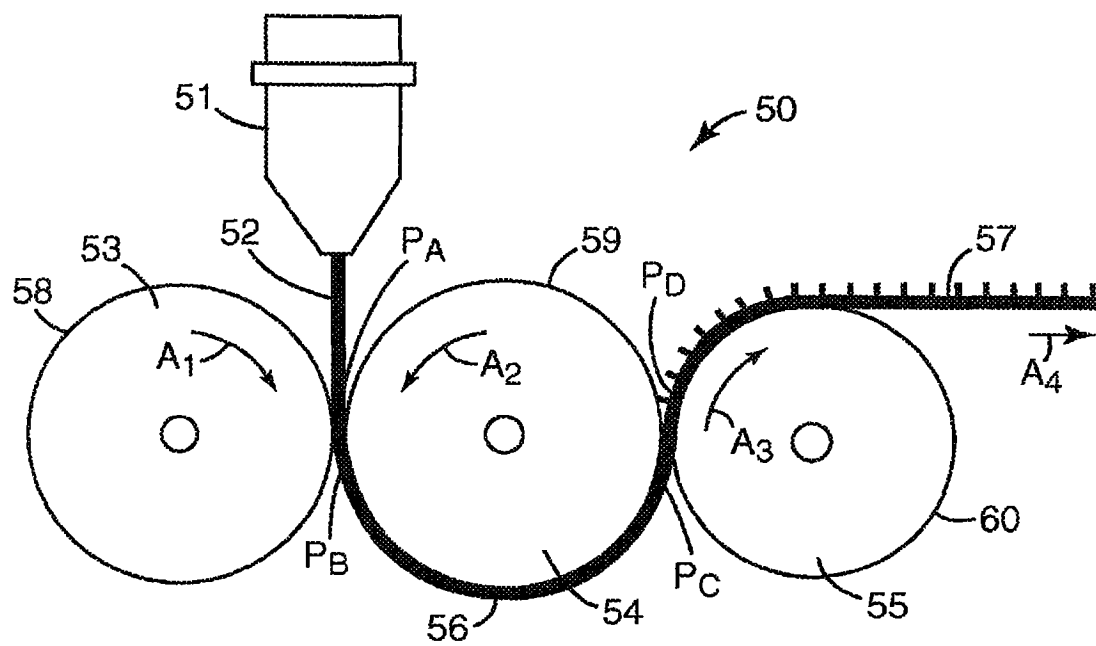


图 3

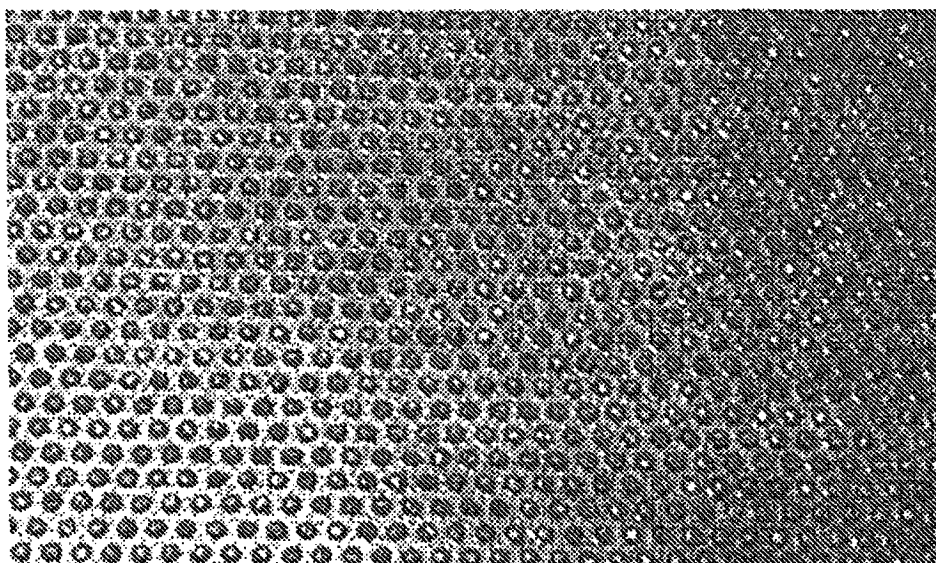


图 4

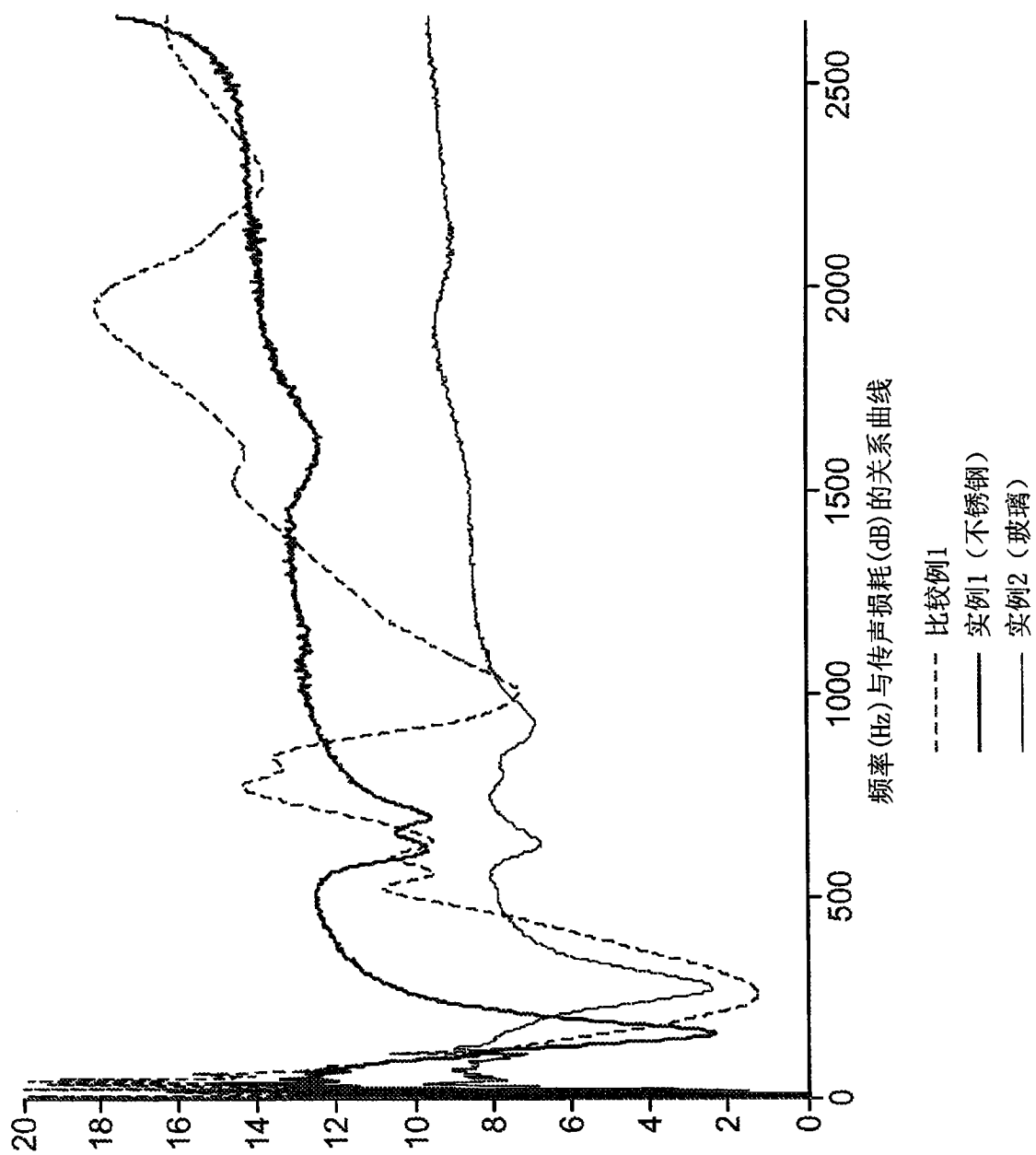


图 5

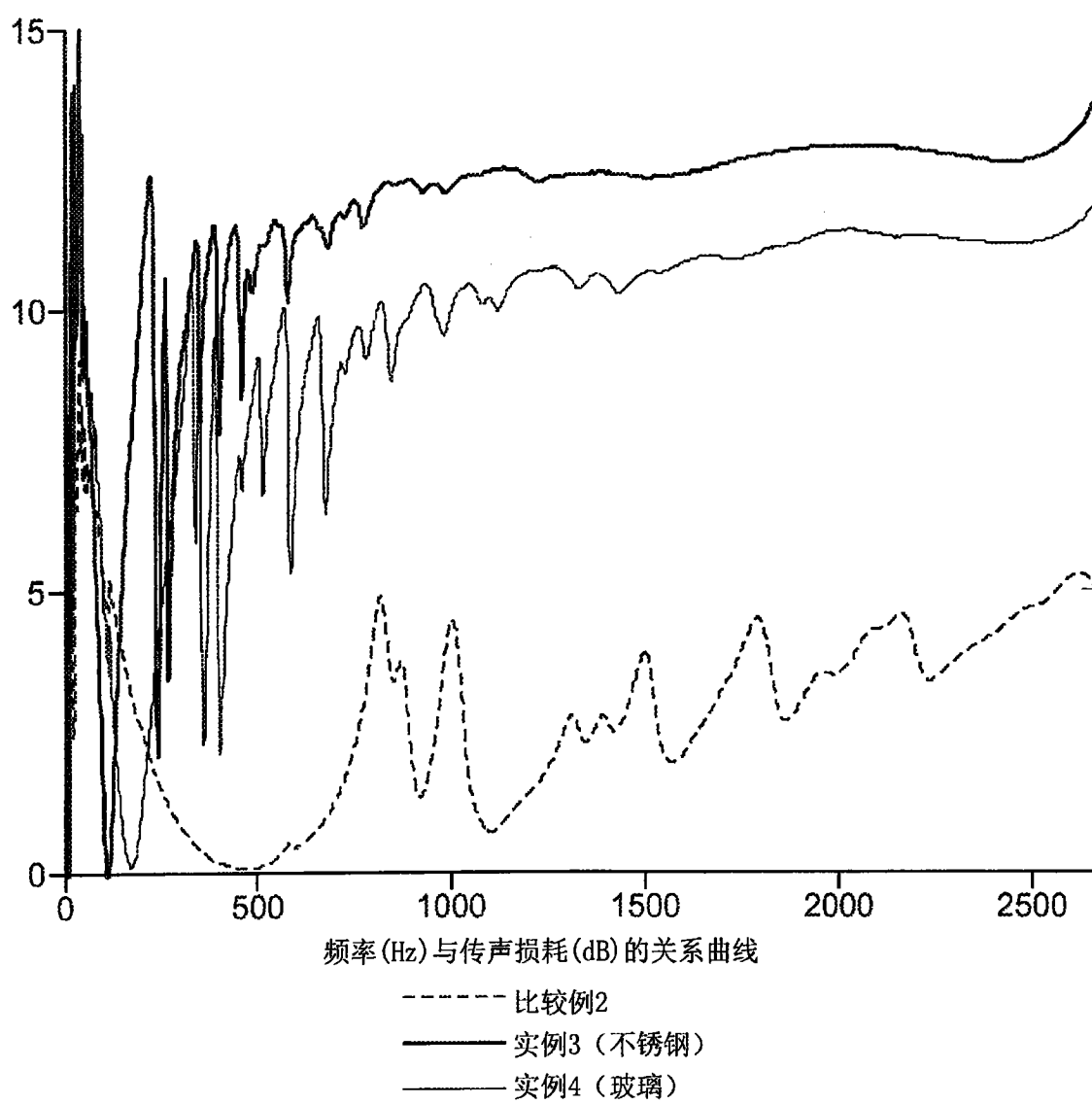


图 6

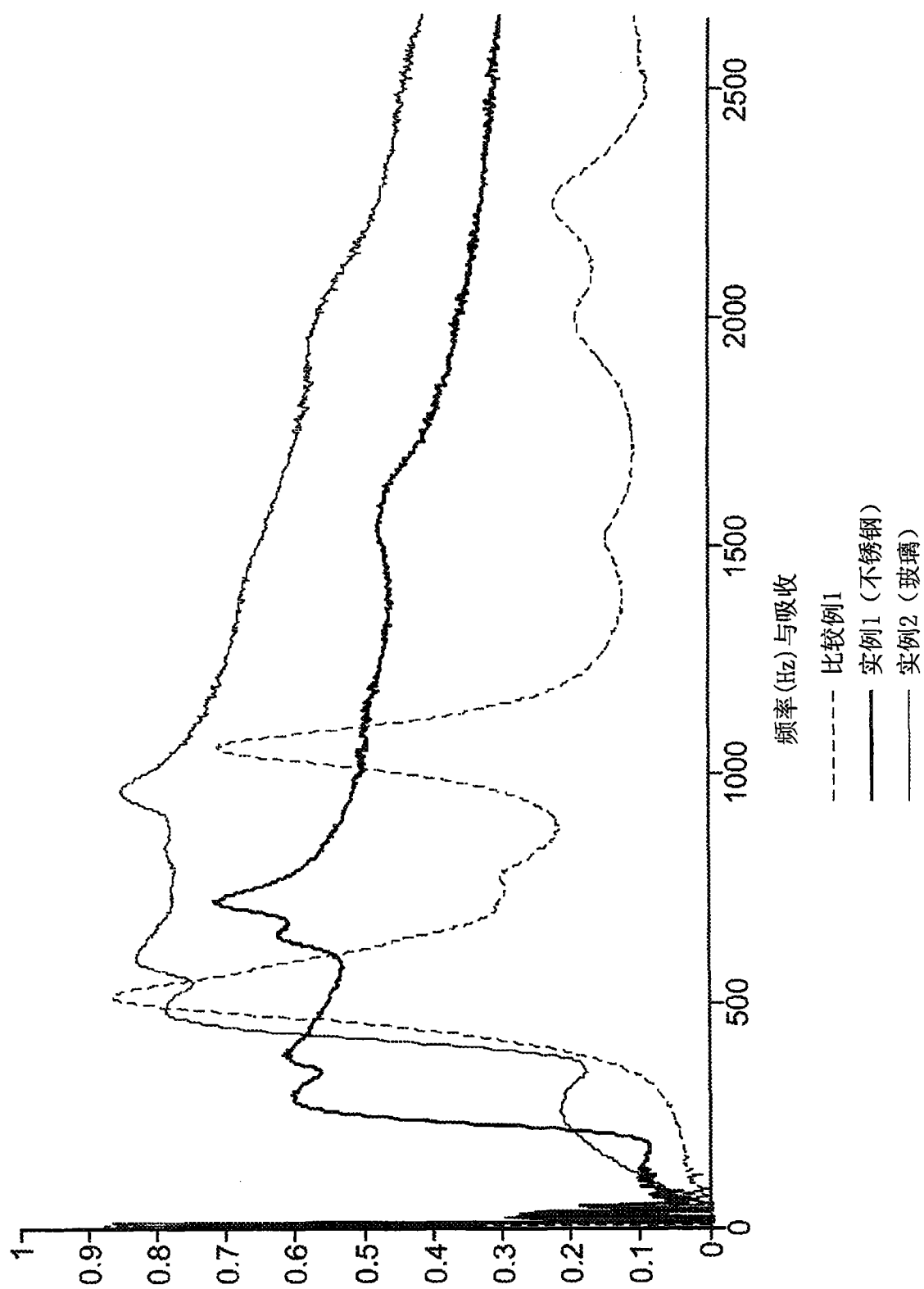


图 7

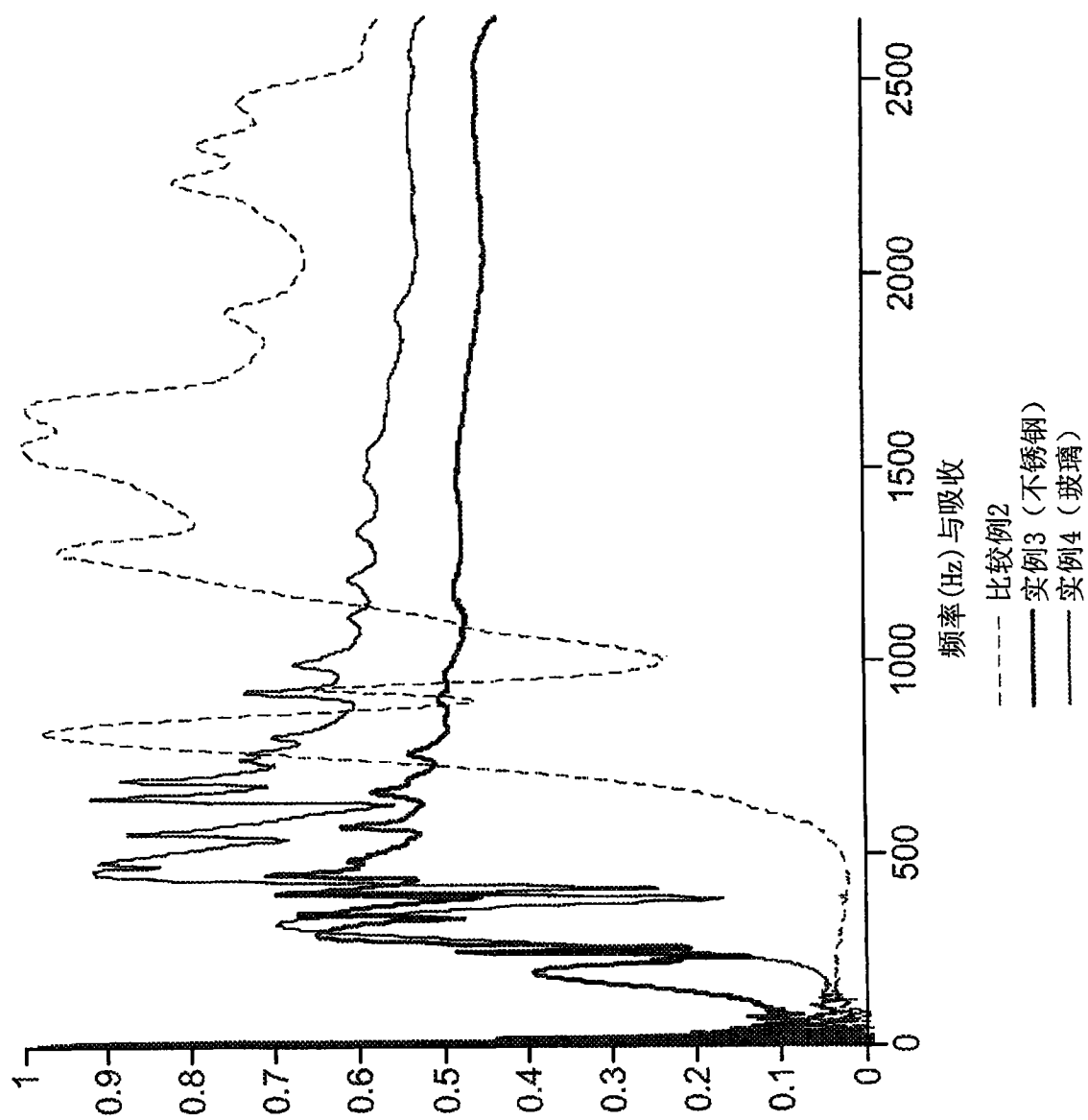


图 8

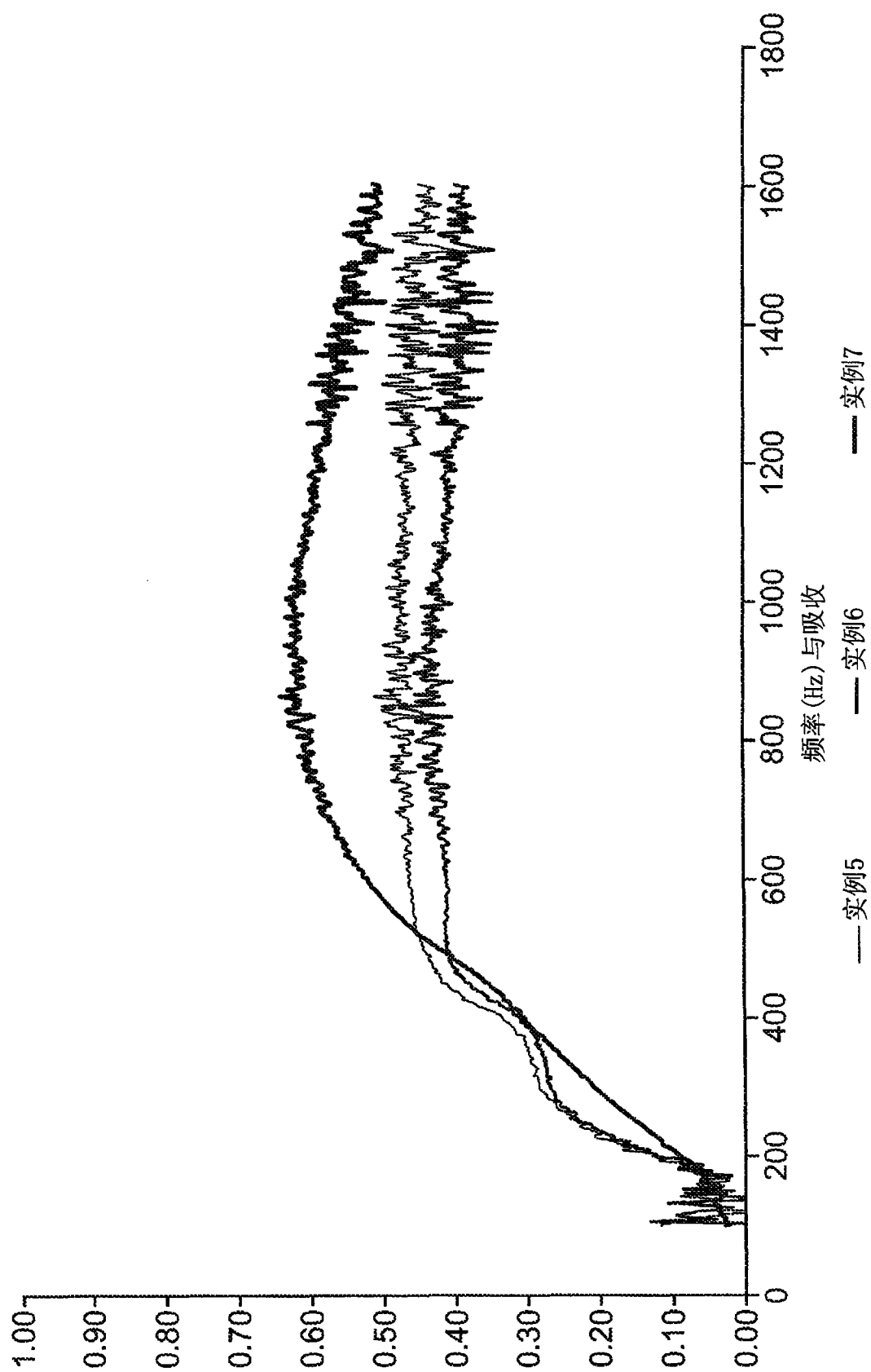


图 9

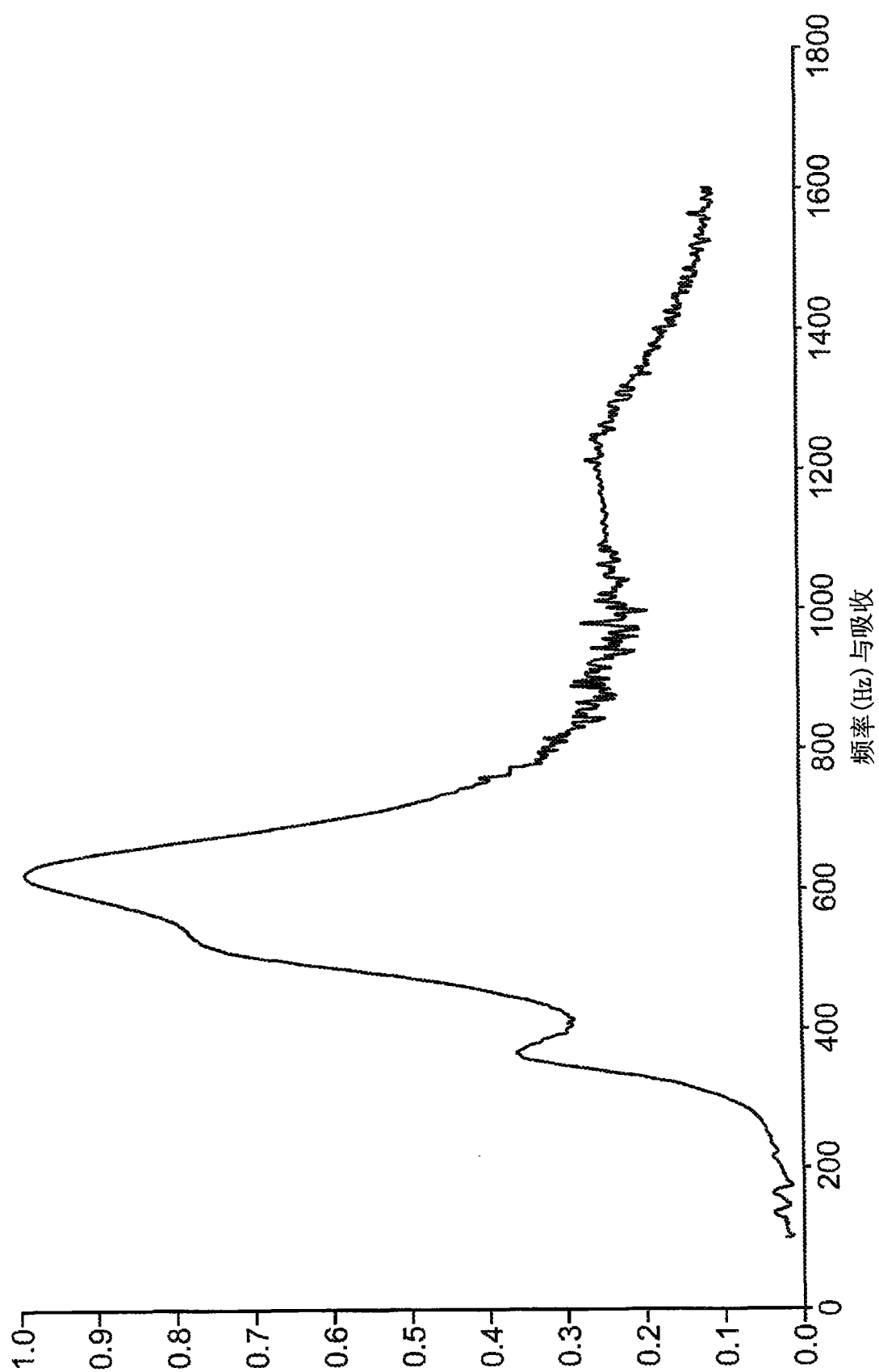


图 10