



## (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101351328 B

(45) 授权公告日 2011.04.06

(21) 申请号 200680049894.7

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2006.12.20

B32B 5/18(2006.01)

(30) 优先权数据

B32B 5/02(2006.01)

11/321,189 2005.12.29 US

E04B 1/84(2006.01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

G10K 11/16(2006.01)

2008.06.30

(56) 对比文件

(86) PCT申请的申请数据

US 6963647 B1,2005.11.08, 全文 .

PCT/US2006/048648 2006.12.20

审查员 高鹏

(87) PCT申请的公布数据

WO2007/078966 EN 2007.07.12

(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 戴维 · A · 奥尔森

杰拉尔德 · L · 范达姆

(74) 专利代理机构 北京天昊联合知识产权代理

有限公司 11112

代理人 顾红霞 彭会

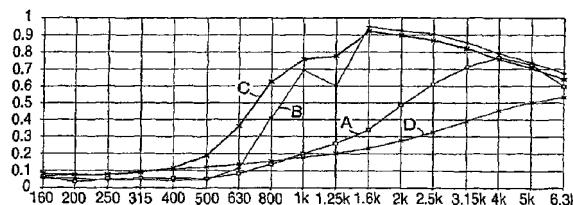
权利要求书 1 页 说明书 7 页 附图 3 页

(54) 发明名称

多孔膜

(57) 摘要

本发明公开了一种新型隔音片材，所述隔音片材包括位于层状组件中的 a) 主吸声片，和 b) 致密多孔膜，所述致密多孔膜的 i) 气流阻力为约 5000 瑞利或更小，并且 ii) 如本文中规定的声值比为至少 3000。所述膜的厚度优选为约 200 微米或更小，更优选为约 150 微米或更小。此外，声值比优选为至少 7,000。也可以单独使用所述膜以使空间隔音，例如，通过在气隙上方和对来自噪音源的噪音进行衰减的位置中以平面阵列方式安装所述膜。



1. 一种隔音片材，所述隔音片材包括位于层状组件中的 a) 主吸声片，和 b) 致密多孔膜，所述致密多孔膜的 i) 气流阻力为 10,000 瑞利或更小，并且 ii) 采用下述公式定义的声值比为至少 3000，所述公式为：

$$\text{声值比} = \frac{\text{(以瑞利为单位的孔隙度)} \times \text{(固体度)}}{\text{以毫米为单位的厚度}}。$$

2. 根据权利要求 1 所述的片材，其中，所述膜的厚度为 200 微米或更小。
3. 根据权利要求 1 或 2 所述的片材，其中，所述膜的气流阻力为 5000 瑞利或更小。
4. 根据权利要求 1 所述的片材，其中，所述膜的厚度为 150 微米或更少。
5. 根据权利要求 1、2 和 4 中任一项所述的片材，其中，所述膜的声值比为至少 10,000。
6. 根据权利要求 1、2 和 4 中任一项所述的片材，其中，所述膜的气流阻力为 2000 瑞利或更小。
7. 一种空间隔音方法，包括：在气隙上方和对来自噪音源的噪音进行衰减的位置中以平面阵列方式安装如权利要求 1 所述的致密多孔膜。
8. 根据权利要求 7 所述的方法，其中，所述膜的厚度为 150 微米或更小。
9. 根据权利要求 7 或 8 所述的方法，其中，所述膜的声值比为至少 7,000。
10. 根据权利要求 7 或 8 所述的方法，还包括在带有所述膜的层状组件中安装更蓬松的非织造纤维片材的步骤。
11. 根据权利要求 7 所述的方法，其中，所述膜的气流阻力为 5000 瑞利或更小。

## 多孔膜

### 技术领域

[0001] 本发明涉及用于隔音并经常与另一种通常更厚的隔音网结合使用的薄多孔薄膜。

### 背景技术

[0002] 最好采用相对较厚的主纤维片和较薄的副片或膜（术语“膜”在本文中指薄片）的组合完成一些隔音工作。主片与膜的组合比主片本身的降噪效果更好；例如，在较低的频率范围内，包含膜往往能够增强降噪能力。此外，该膜可以为主片提供物理保护。

[0003] 也可以单独使用膜，并以平面阵列形式安装在气体空间上（即，薄膜在气体空间或气隙上的平面或曲面内延伸）。当该膜设置在需降噪的室内或其它封闭空间内并且在该膜后有适当厚度的气隙时，它在该封闭空间内起到吸声作用。

[0004] 例如，在授予 Thorn 等人的美国专利 No. 6, 376, 396 中描述了较厚的主隔音片和膜状副片的复合隔音材料，该专利教导将经过两个连续操作所压实的非织造纤维网作为膜状片，其中，第一阶段为机械压制（例如针刺法或水刺法），第二阶段为利用压板或压延机并通过加热和加压的方式压实。据说第二阶段的压实可以增强吸声能力。

[0005] 另一种现有技术教导是 Tilton 的美国专利申请公布 No. US2004/0002274A1，该美国专利申请公布教导了建筑物护墙板、天花板瓷砖或类似建筑构件，其中用聚酯纤维的致密饰面层代替以前用来包覆建筑构件外部的装饰织物。该致密饰面层印有美观的图形或其它标记，据说可降低成本并且还改善了隔音性能。

[0006] 还可参见授予 Vanbemmel 等人的美国专利 No. 6, 720, 068，该美国专利的重点在于可作为汽车吸声隔音材料使用的多层产品或层压制品。认识到所需的隔音材料应当价廉、质薄且量轻，该专利所描述的产品包括涂有极薄微纤维层的背衬层，即：开孔泡沫或稍为压实的非织造纤维网 (col. 2, ll. 7-9)。该微纤维涂层“的厚度仅为 0.2 至 1.0mm，具体地讲为 0.3 至 0.7mm；每单位面积的重量为 20 至 200g/m<sup>2</sup>，具体地讲为 30 至 100g/m<sup>2</sup>” (col. 1, ll. 62-64)。Vanbemmel 发明的层压制品专利中没有具体实例或类似说明。

[0007] 另一种商用形式的隔音材料采用膜状片，该膜状片包括多层片材，例如利用热和压力进行点粘合并与主隔音片结合装配的纺粘 - 熔喷 - 纺粘 (SMS) 层压制品。

[0008] 每种所述现有隔音复合材料的缺点是：为了使复合材料具有所需的隔音水平，膜状副片需足够厚并且足够重，从而给整个隔音包装增加了不必要的成本和重量。

### 发明内容

[0009] 本发明提供了一种新型的膜，与现有的膜相比，这种膜成本较低并且往往构造更简单，同时可提供至少相同的隔音性能。优选的膜包括高度致密的非织造纤维网，例如通过将非织造原始片材材料压制至非常薄的厚度（优选地小于 200 微米）而制成的网。这些新型膜虽然致密，但却保留了对减音有效的孔隙度；一般来说，孔隙度足以使膜的气流阻力比不超过约 10,000 瑞利，并且对于更广泛的实用性，为不超过约 5000 瑞利（业内一般把“气流阻力比”简称为“气流阻力”，并且本文将遵循此惯例；同一性能有时也被称为“声阻”，例

如当重点在隔音时；本文随后描述的同一测试程序同时用于测量气流阻力和声阻；本文以 mks 制中的瑞利为单位报告所测量的性能；业内使用的其它单位包括 Ns/m<sup>3</sup> 和 Pa · s/m)。

[0010] 我们发现，可通过将密度、厚度和孔隙度的特征总结为新的关系来定义可用的膜，此新关系被称为声值比 (Acoustic Value Ratio)，其涉及固体度 (表示膜体积中膜固体组分所占比例的无量纲分数)、以瑞利为单位的孔隙度 (即，气流阻力或声阻) 和膜的厚度，如下所述：

[0011]

(以瑞利为单位的孔隙度) (固体度)

$$\text{声值比} = \frac{\text{以毫米为单位的厚度}}{\text{以毫米为单位的厚度}}$$

[0012] 我们发现，声值比 (AVR) 为至少 3000 的多孔膜可获得高质量的隔音性能，而整个隔音材料成本和重量增加极少。优选地，声值比为至少 7,000。此外，膜的厚度优选地不超过约 150 微米；换句话讲，非常薄的膜既可用又可取。

[0013] 所述的膜可与主吸声片一起用于层状组件，以制成效果惊人的隔音材料。除了在复合隔音材料中的用途以外，当所述膜以平面阵列形式排列并且膜后具有气隙或气体空间时，膜本身可提供声音衰减的功能。

[0014] 因此，本发明提供一种隔音片材，所述隔音片材包括位于层状组件中的 a) 主吸声片，和 b) 致密多孔膜，所述致密多孔膜的 i) 气流阻力为约 10,000 瑞利或更小，并且 ii) 采用下述公式定义的声值比为至少 3000，所述公式为：

[0015]

$$\text{声值比} = \frac{\text{以瑞利为单位的孔隙度) (固体度)}}{\text{以毫米为单位的厚度}}。$$

[0016] 本发明还提供一种空间隔音方法，所述空间隔音方法包括：在气隙上方和对来自噪音源的噪音进行衰减的位置中以平面阵列方式安装本发明上述致密多孔自承膜，所述致密多孔自承膜的气流阻力为约 5000 瑞利或更小，声值比为至少 3000。

## 附图说明

[0017] 图 1-9 为吸声系数与本发明和比较网的代表性膜的频率之间的关系的曲线图。

## 具体实施方式

[0018] 纤维网优选作为制备本发明膜的原始片材。可以使用多种常规熟知形式的纤维网中的任一种纤维网，包括纺粘网（通常包括熔纺纤维，其中以随机的各向同性的方式将该熔纺纤维冷却、拉伸、收集在成型表面上并成为松散的缠卷的网，然后通过压延或通风粘合的方式进行粘合）、熔喷纤维网（通过将熔融热塑性聚合物穿过模具里的一排孔挤出成为高速气流而形成，其中挤出的聚合物流一般衰减成直径细小的纤维—平均直径经常为 10 微米或更少—并被携带至将纤维收集成粘在一起的缠卷网的收集器）、射流喷网（通常为已经过水刺的干纺纤维网）、梳理或气纺的人造短纤维网、机织纤维网、湿纺纤维网以及这些网的组合。这些网通常呈自持形式，但也可以是相当松散的并且只在用于制备本发明的膜的纤维压实过程中变成自持形式。

[0019] 本发明的膜也可由其它多孔片材（例如开孔泡沫或网眼织物）制备。一般来讲，任何多孔热塑性片材都可以用作制备本发明的膜的原始片材的候选物。

[0020] 一般来讲，用于本发明的原始片材通常应该可通过加热而软化。通常可使用能形成纤维或其它可用纤维网形式的任何热塑性聚合物材料。最典型地，所选聚合物是那些常用于形成纤维的聚合物，例如聚乙烯、聚丙烯、聚对苯二甲酸乙二醇酯、尼龙和聚氨酯。弹性材料是可用的，并提供顺应性、柔韧性和可塑性的优点。可以使用多种材料的共混物，包括已经混入添加剂（例如颜料或染料）的聚合物与聚合物材料的共混物。原始片材也可包括双组分纤维，例如皮芯型或并列型双组分纤维（本文中的“双组分”包括具有两种或更多组分的纤维）。

[0021] 不同的材料（例如，不同材料的纤维）可以组合以制备混合网。例如，可按美国专利 No. 4, 118, 531 中教导的方式将人造短纤维混入熔喷纤维中；或者按美国专利 No. 3, 971, 373 中教导的方式将颗粒材料引入并捕获在网中；或者将美国专利 No. 4, 813, 948 中教导的微网混入网中。也可以使用由热塑性纤维和其它纤维（例如木浆纤维）混合而成的网，尽管非热塑性材料的引入通常是不太可取的。

[0022] 虽然可用包括单个整体层的网有利地实施本发明，但是用于本发明的原始片材也可包括一个以上的层。例如，可以使用 SMS（纺粘 / 熔喷 / 纺粘）网，也可以使用掺混其它纤维层的网（例如，根据层中使用的纤维的直径的不同而不同的层），从而提供纤维直径或孔隙度的等级。

[0023] 本发明的膜通常是在加热和加压条件下用压延机压实原始片材制成。可使用熟知的压延工序。通常压延机的轧辊是表面光滑的，但是可使用带有小凸点的轧辊，例如，以实现网或片材的点结合。用足够的热量和压力来压缩片材以使片材变形和 / 或熔化，但是应避免引起片材流动以致完全堵塞孔的加热条件。可通过拉伸或加热片材以重新打开过于封闭的开口或扩大过于窄小的开口。

[0024] 可以通过调节压延后留在膜内的孔隙的程度，来把本发明的膜调整为更好地衰减具体的频率范围。例如，气流阻力为 5000–6000 瑞利的膜最适合衰减频率为 400–1000 赫兹的声音。为了在更宽和更高的频率范围内更有效，压延或压实的膜的孔隙度的气流阻力最好小于约 2000 瑞利，或甚至约 1000 瑞利或更小。

[0025] 由于薄，本发明的膜通常也具有较低的基重，即优选地约 100 克 / 平方米或者更低，且更优选地约 50 克 / 平方米或者更低。选择原材料的主要标准是为了实现成品膜的良好连续性或均匀性。通常，是否能够获得良好的膜性能，与原始片材中纤维的直径无关。然而，微纤维网具有优点，例如其中微纤维的直径平均为 10 微米或更小的原材料网，这些网通常是熔喷纤维网。利用实际目测直径以及扫描电子显微图 (SEM)，可以确定纤维直径。另一种纤维直径的量度是根据美国专利 No. 5, 298, 694 (col. 2, lines 35–43 和 col. 12, lines 33–39) 中所描述的工序测量的“有效纤维直径” (EFD)。为简化说明，本文实例中采用 EFD 测量法。本发明的优点是可以使用低成本原材料获得可用的膜性能。

[0026] 在带有本发明膜的层状组件中使用的主吸声片一般可以是已知隔音片材中的任一种，优选地包括其中混有微纤维和卷曲人造短纤维的网，例如在美国专利 No. 5, 298, 694 中所教导的网。其它有用的吸声片材包括开孔泡沫。

[0027] 一般来讲，本发明产品作为独立的膜或包括膜的层状组件和主吸声片的薄片商品

进行销售。然而，本发明产品也可以其它方式进行销售，例如加工成适合具体应用的形状的膜和主吸声片的模制品。

[0028] **测试步骤**

[0029] 定义本发明的网并测量其性能的测试如下：

[0030] **标本固体度**通过将标本（通常为纤维网）的体密度除以组成该标本的材料（网）的密度来确定。网标本的体密度通过首先测量一块  $10\text{cm} \times 10\text{cm}$  的网的重量和厚度来确定。标本的厚度是按照 ASTM D 5729 标准测试方法中的规定进行估算，通过使用质量为 150 克的物体在每个样品的面上施加  $0.42131\text{lb/in}^2$  ( $2.9\text{kPa/m}^2$ ) 的压力进行校正。当样品的尺寸被限制为小于 ASTM D 5729 中所建议的尺寸时，压脚上的质量成比例地减少，以维持  $0.42131\text{lb/in}^2$  ( $2.9\text{kPa/m}^2$ ) 的加载力。首先在  $22+/-5^\circ\text{C}$  的温度下以及在相对湿度为 50%  $+/-5\%$  的大气中对标本进行预处理。将标本重量（单位为克）除以样品面积（单位为平方厘米）得出标本的基重，该基重报告为  $\text{g/m}^2$ 。网的体密度是通过将基重除以标本的厚度来测定并报告为  $\text{g/m}^3$ 。固体度是一个表示给定标本中固体含量比例的无量纲分数，通过将标本的体密度除以组成标本的材料的密度计算得出。（如果供应商没有明确说明材料的密度，则可以通过方法测量得出聚合物的密度）。

[0031] **气流阻力**是按照 ASTM C 522 标准测试方法中的规定进行估算。单位气流阻力的值  $r$  报告为 mks 制的瑞利 ( $\text{Pa} \cdot \text{s}/\text{m}$ )。样品是通过用模具切割直径为 5.25 英寸 (13.33cm) 的圆形样品制成。如果由于模具切割操作而使边缘轻微压缩，那么测试前必须使边缘恢复到原有或正常厚度。将预处理过的样品置于标本夹具中，然后在  $100\text{cm}^2$  的正面面积上测量压差。

[0032] **声学材料的吸声**是通过 ASTM designation E 1050-98 中描述的、名称为“*Impedance and Absorption Using A Tube, Two Microphones and A Digital Frequency Analysis System*”的测试方法来确定。使用直径为 29 毫米的管子对预处理过的样品进行测试。报告 160 至 6300 赫兹的  $1/3$  倍频带吸声系数。对于实例 9-11，使用直径为 63 毫米的管子对样品进行测试。报告 100 至 3150 赫兹的  $1/3$  倍频带吸声系数。

[0033] **实例 1-8**

[0034] 如表 1 至表 3 和图 1 至图 8 的数据曲线图所总结的，制备和测试本发明的各种膜。实例中每种膜的原始片材如下：

[0035] - 对于实例 1，纺粘尼龙网（由 Western Nonwovens 供应的 #G066380）。

[0036] - 对于实例 2，纺粘聚丙烯网（由 BBA Nonwovens 供应的 #83149006-01）。

[0037] - 对于实例 3，纺粘 PET 网（由 BBA Nonwovens 供应的聚对苯二甲酸乙二醇酯 -Reemay Fabric）。

[0038] - 对于实例 4，含有平均直径 (EFD) 为 8 微米的纤维的熔喷聚丙烯网；微纤维的实际平均直径小于约 10 微米。

[0039] - 对于实例 5，具有平均直径 (EFD) 为 20 微米的熔喷聚氨酯纤维网。

[0040] - 对于实例 6，含有 65 重量百分比的平均直径 (EFD) 为 8 微米的熔喷聚丙烯纤维与 35 重量百分比的 Veratec “Easy Street” 棉制短纤维的复合纤维网。

[0041] - 对于实例 7，纺丝网，其含有 95 重量百分比的 Kurraray W1023.4- 但尼尔的可分裂复合纤维（每种纤维含有约 50% 的 PET 和 50% 的尼龙）和 5 重量百分比的 KoSa

Type-2542-但尼尔的卷曲“熔融性”双组分纤维。

[0042] - 对于实例 8, 梳理网, 其含有由 Fiber Vision 供应的 Type 1961.9-但尼尔、1.5 英寸长的聚丙烯纤维。

[0043] 在表 2 所总结的条件下, 将所述原始片材在两个光滑辊之间进行压延。

[0044] 分别对本发明的成品膜和原始片材单独进行测试, 并对结合有通常不用于隔音的较厚梳理网片材 (20mm 厚) 的膜进行测试, 以示出通过将这种片材与本发明膜结合所获得的改进 (较厚的网是 85 重量百分比的 2-但尼尔的卷曲短纤维和 15 重量百分比的 2-但尼尔的卷曲“熔融性”双组分纤维以及以 7g/m<sup>2</sup> 重量施加的胶乳粘合剂的共混物)。表 1 和表 3 分别给出了原始片材和成品膜的气流阻力及网固体度的结果。

[0045] 图 1 至 8 给出了对于各种测试样品的吸声测量。在这些图中, 在横坐标上绘出频率 (单位为赫兹), 在纵坐标上绘出吸声系数。图 1 给出了实例 1 的测试网的数据, 图 2 给出了实例 2 的数据, 以此类推, 直至图 8 给出了实例 8 的数据。在图 1 至 8 的每幅图中, 曲线 A 代表用 20 毫米气隙测量的薄片原材料; 曲线 B 代表用 20 毫米气隙测量的本发明的压延膜; 曲线 C 代表本发明的压延膜与上述 20 毫米的较厚网的层状组件。在图 1 中, 曲线 D 表示较厚网自身的数据。图 8 中没有曲线 A, 因为没有对该实例的未压延原始片材进行吸声测量。

#### [0046] 实例 9 至实例 11

[0047] 实例 9 至实例 11 是由聚丙烯 SMS (纺粘 / 熔喷 / 纺粘网) 制备的, 该聚丙烯 SMS 的基重为 17 克 / 平方米 (0.5oz/yd<sup>2</sup>), 由 First Quality Nonwovens (FQN) 以 SM1700008 供应。利用表 2 中所列出的实例 9 至实例 11 中每个实例的不同条件, 将所述网在两个光滑钢辊之间进行压延。对原始片材和成品膜进行测量和测试, 并将结果列于表 1 和 3 中。对结合有可用的隔音片材 (由 3M 提供的 Thinsulate™ 隔声材料 (下文中简称 TAI), 在美国专利 No. 5, 298, 694 中有所描述) 的测试膜进行吸声测量, 该隔音片材包括 55 重量百分比的熔喷纤维和 35 重量百分比的卷曲短纤维。为了进一步比较, 对层状组件进行吸声测量 (比较实例 C1), 该层状组件包括称重为 51 克 / 平方米的商用网 (可购自 Kimberly Clark 的 SM150 的聚丙烯 SMS 网) 和由 3M 供应的隔音片材 (TAI)。表 1 示出了比较实例 C1 的 SMS 网以及 TAI 网的进一步说明。图 9 示出了吸声测量, 其中曲线 A 代表单独的 TAI 网; 曲线 B 代表未压延的原始片材与 TAI 网的层状组件; 曲线 C 代表实例 11 的成品压延膜与 TAI 网的层状组件; 曲线 D 代表比较实例 C1。

[0048] 检查测试结果时注意到, 为了在宽的频谱上进行改进, 尤其通过实例 2、实例 3 和实例 8 以及实例 9 至实例 11 所示, 成品膜的气流阻力为小于 1500 瑞利, 甚至小于 1000 瑞利, 这就提出了这种宽频谱改进所需的气流阻力范围。从另一观点来看, 实例 2、实例 3 和实例 8 中膜的重量小于 50g/m<sup>2</sup>, 实例 9 至实例 11 中膜的重量小于 20g/m<sup>2</sup>, 并且厚度小于 100 微米, 在五个实例中小于 50 微米; 声值比为 7,000 或更高, 并且在几个实例中为 10,000 或更高。

#### [0049] 表 1

[0050]

实例编号	原始片材属性				
	基重 (g/m <sup>2</sup> )	厚度 (mm)	气流阻力 (瑞利)	固体度 (无量纲)	声值比
1	73	0.2184	163	0.29	218
2	29	0.2007	32	0.16	25
3	29	0.2007	32	0.16	25
4	19	0.1651	126	0.13	97
5	182	0.6350	457	0.24	172
6	58	1.1430	153	0.05	7
7	58	0.4445	167	0.10	39
8	27	不可测量-处理前的网没有完整性			
9	17	0.1233	125	0.15	156
10	17	0.1233	132	0.15	164
11	17	0.1233	125	0.15	156
C1	51	0.3400	925	0.17	451
TAI	200	16	423	0.01	0.32

[0051] 表 2

[0052]	压延机条件			
	实例编号	压延机表面温度 (以°C为单位的顶部轧辊 / 底部轧辊 温度)	压力	压延机表面速度 (英尺/分钟; 米/ 分钟)
		(磅/线性英寸)		
	1	87.2 / 87.8	1963	15 (4.6)
	2	87.2 / 87.8	1963	15 (4.6)
	3	87.2 / 87.8	2355	15 (4.6)
	4	88.3 / 88.3	589	15 (4.6)

[0053]	5	86.1 / 87.2	589	15 (4.6)
	6	88.3 / 88.3	196	15 (4.6)
	7	87.2 / 87.8	1812	15 (4.6)
	8	122.2 / 124.4	844	30 (9.2)
	9	108 / 108	327	10 (3)
	10	108 / 108	436	10 (3)
	11	108 / 108	873	10 (3)
	C1	N/A	N/A	N/A
	TAI	N/A	N/A	N/A

[0054] 表 3

[0055]

压实的膜材料属性					
实例编号	基重 (g/m <sup>2</sup> )	厚度 (mm)	气流阻力 (瑞利)	固体度 (无量纲)	声值比
1	86	0.1372	940	0.55	3772
2	32	0.0546	748	0.65	8890
3	20	0.0318	800	0.48	12038
4	19	0.0368	664	0.58	10379
5	223	0.3835	5943	0.48	7507
6	56	0.1384	1595	0.40	4652
7	59	0.0737	3666	0.64	31659
8	26	0.0495	792	0.57	9170
9	17	0.0410	816	0.46	9193
10	17	0.0410	1036	0.46	11671
11	17	0.0360	1397	0.53	20496
C1	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
TAI	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

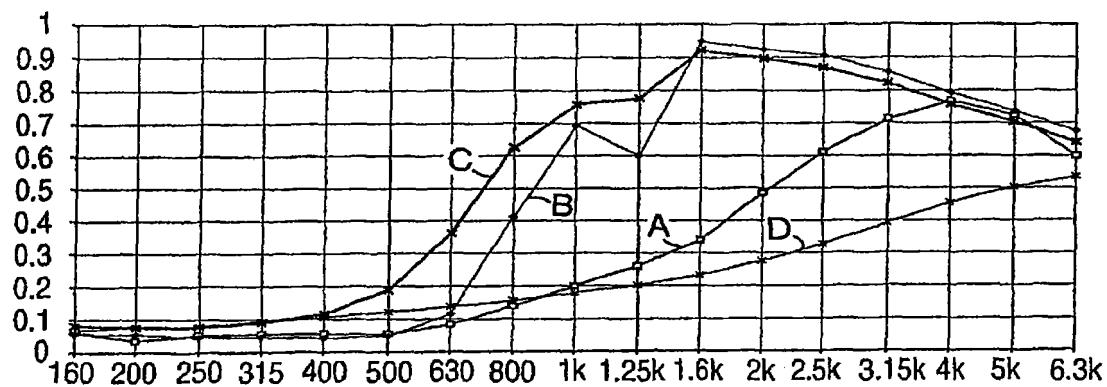


图 1

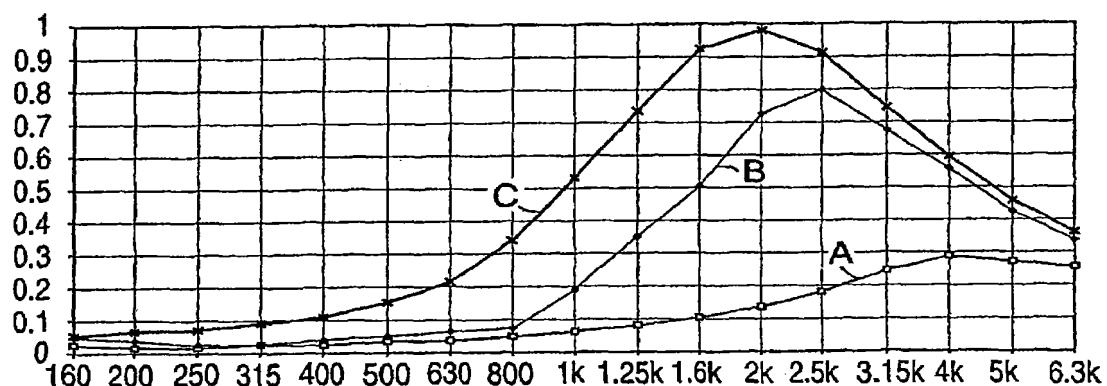


图 2

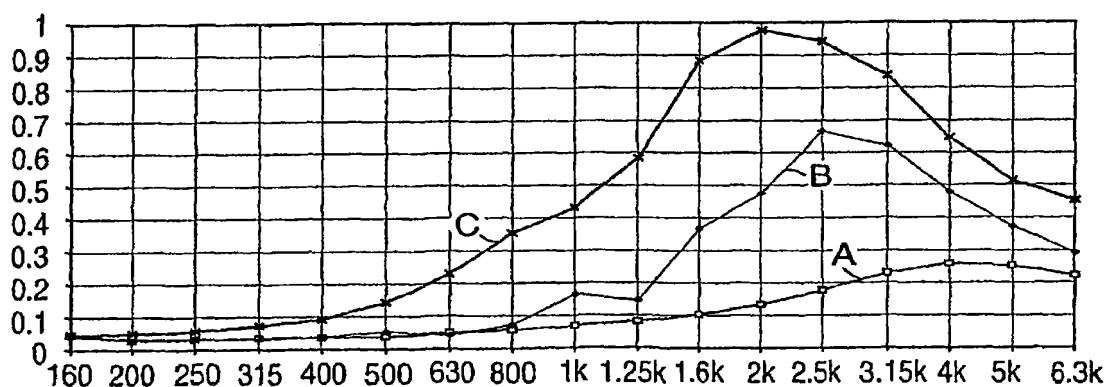


图 3

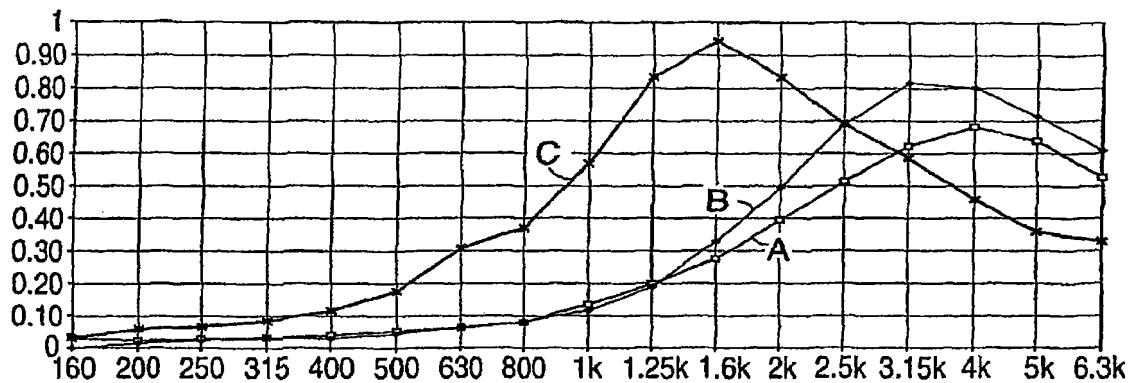


图 4

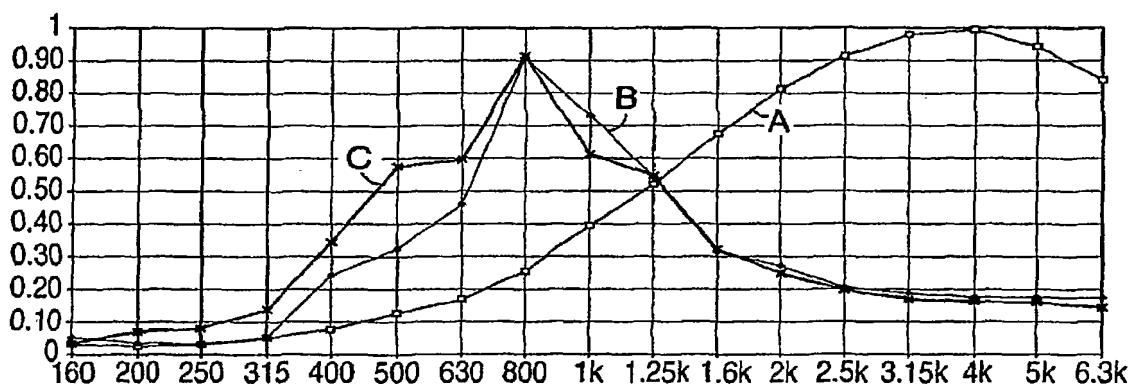


图 5

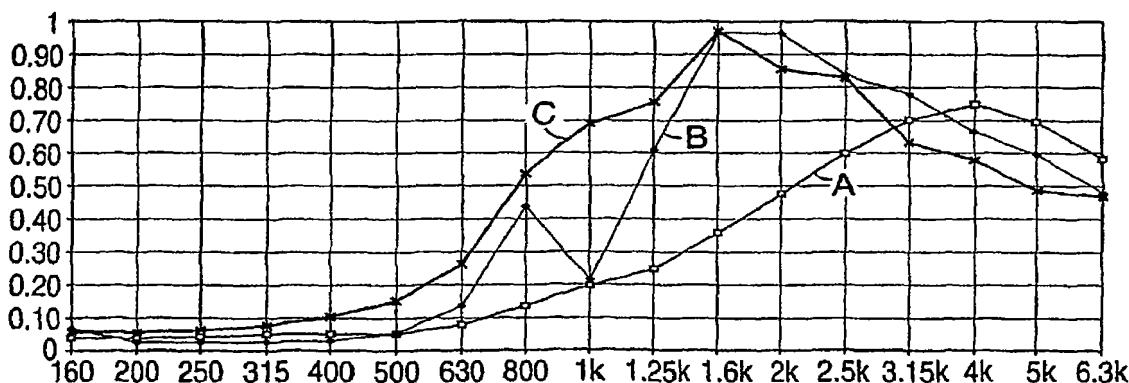


图 6

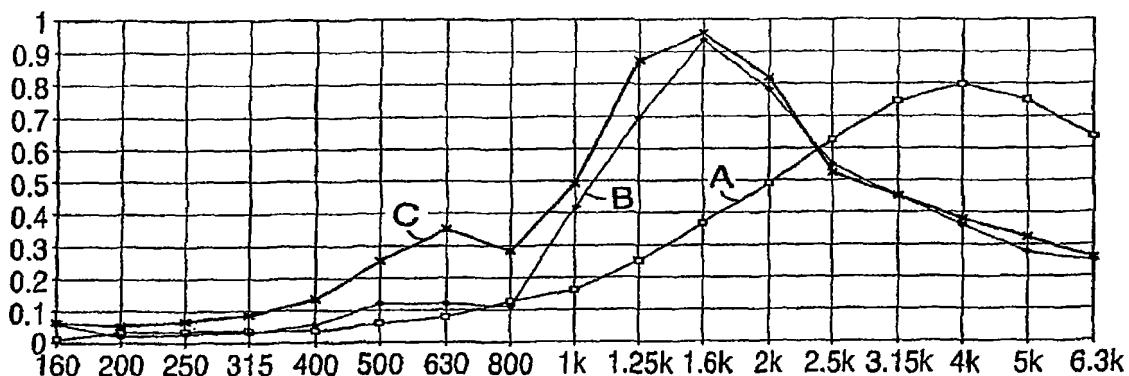


图 7

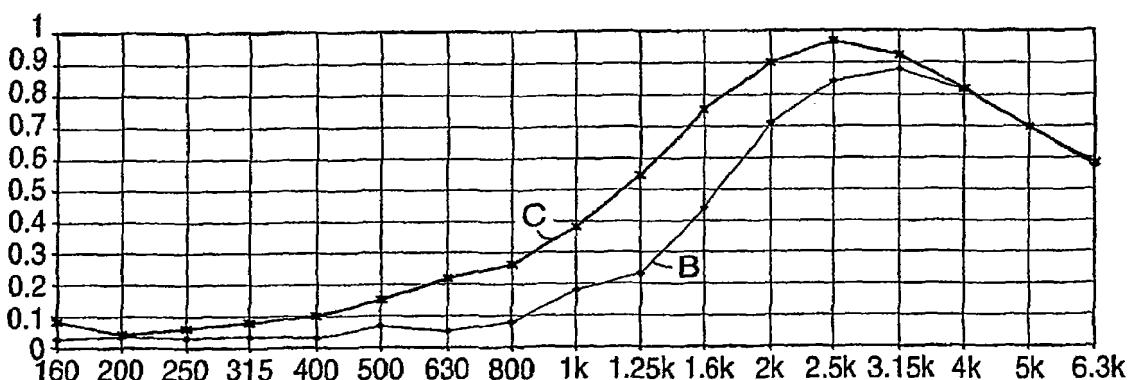


图 8

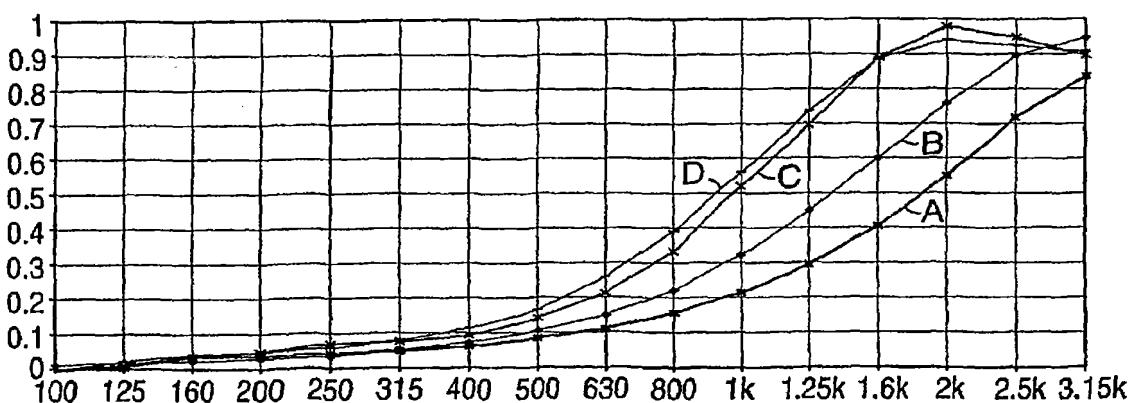


图 9