



## (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117379875 A

(43) 申请公布日 2024.01.12

(21) 申请号 202311184005.X

(51) Int.Cl.

(22) 申请日 2016.06.23

B01D 39/14 (2006.01)

(30) 优先权数据

F02M 37/34 (2019.01)

62/185,505 2015.06.26 US

F02M 37/24 (2019.01)

(62) 分案原申请数据

201680035544.9 2016.06.23

(71) 申请人 唐纳森公司

地址 美国明尼苏达州

(72) 发明人 A·拉赫马特赫拉 B·豪瑟

V·卡普尔 M·J·马德森

D·O·琼斯 C·克莱斯特

(74) 专利代理机构 北京同恒源知识产权代理有

限公司 11275

专利代理人 王维绮 田海珍

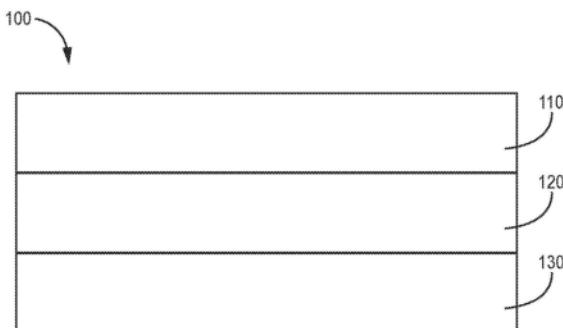
权利要求书1页 说明书12页 附图1页

(54) 发明名称

用于燃料流的复合介质

(57) 摘要

一种用于燃料-水分离的过滤材料，所述过滤材料具有颗粒过滤层以及在所述颗粒过滤层下游并与所述颗粒过滤层联接的聚结层。所述颗粒过滤层基本上由粘合剂纤维和介质纤维构成。所述聚结层具有至少70重量%的玻璃纤维。作为另一个实例，用于液体燃料的过滤材料具有颗粒过滤层和在所述颗粒过滤层下游的聚结层。所述颗粒过滤层具有粘合剂纤维和介质纤维，并且基本上不含熔喷材料。所述颗粒过滤层的透气性与所述聚结层的透气性的比率在从约3:1至约15:1范围内。



1. 一种用于燃料-水分离的过滤材料，包括：

颗粒过滤层，所述颗粒过滤层包括粘合剂纤维和玻璃纤维，其中粘合剂纤维和玻璃纤维是颗粒过滤层的至少95重量%，其中颗粒过滤层基本上不含熔喷材料并且在空气中是亲水性的，并且颗粒过滤层具有从约45cfm/ft<sup>2</sup>至约200cfm/ft<sup>2</sup>的透气性；

聚结层，所述聚结层位于颗粒过滤层的下游并且联接到颗粒过滤层，聚结层包括丙烯酸树脂和至少85重量%的玻璃纤维，其中聚结层是至少95重量%的玻璃纤维和丙烯酸树脂，聚结层具有从约10cfm/ft<sup>2</sup>至约40cfm/ft<sup>2</sup>的透气性并且聚结层具有0.69μm至7.5μm的平均纤维直径，其中颗粒过滤层的透气性与聚结层的透气性的比率在从3:1至15:1的范围内；和

在聚结层下游并且联接到聚结层的支撑层；

其中过滤材料被配置成在燃料流中过滤出微粒并且聚结游离水。

2. 根据权利要求1所述的过滤材料，其中粘合剂纤维是双组分纤维。

3. 根据权利要求1所述的过滤材料，其中聚结层包括至少两层的聚结材料。

4. 根据权利要求1所述的过滤材料，其中支撑层包括纤维素。

5. 根据权利要求1所述的过滤材料，其中支撑层包括双组分纤维。

6. 根据权利要求1所述的过滤材料，其中支撑层包括聚酯稀松布。

7. 根据权利要求1所述的过滤材料，其中支撑层包含金属丝网。

8. 根据权利要求1所述的过滤材料，其中聚结层的基重为约50g/m<sup>2</sup>至150g/m<sup>2</sup>。

9. 根据权利要求1所述的过滤材料，其中颗粒过滤层的厚度为0.25mm至1.9mm。

10. 根据权利要求9所述的过滤材料，其中颗粒过滤层的可压缩性除以固体性小于4。

## 用于燃料流的复合介质

[0001] 本申请是作为PCT国际专利申请于2016年6月23日以唐纳森有限公司(Donaldson Company, Inc.) (一家美国国家公司,作为所有国家指定的申请人),以及印度公民Aflal Rahmathullah;美国公民Bradly Hauser;美国公民Vijay Kapoor;美国公民Mike J. Madsen;美国公民Derek O. Jones;和美国公民Charles Christ(所有国家的指定发明人)的名义进行提交的,并且要求于2015年6月26日提交的美国临时专利申请号62/185,505的优先权,所述美国临时专利申请的内容通过引用以其全部内容结合在此。

### 技术领域

[0002] 本技术总体上涉及过滤介质,并且更具体地说,涉及用于燃料流的聚结和微粒过滤介质。

### 背景技术

[0003] 用于内燃机的液体燃料的过滤对于适当的发动机性能通常是必要的。例如,不同柴油发动机目前使用燃料过滤器以可见于柴油燃料中的水和颗粒为目标。这种水和颗粒的去除对于提供有利的发动机性能以及保护发动机部件免受损坏是必要的。在燃料中作为单独相存在的游离水可能是一个严重的问题,因为它引起各种问题,包括通过空化和腐蚀损坏发动机部件以及促进微生物生长。游离水区别于溶解水,溶解水作为连续相存在并且与发动机性能没多大关系。游离水可以悬浮为不同大小的液滴,这些液滴可以被分类为粗水和/或乳化水,其中粗水通常是指直径大于60微米的液滴,并且乳化水通常是指直径小于60微米的液滴。虽然一些现有的燃料过滤技术试图将燃料夹带的游离水聚结成较大的液滴-从而使水更容易与燃料分离-但一些常用的燃料添加剂可能使液滴稳定,由此使得游离水难以聚结。

[0004] 微粒污染物也可能在发动机性能方面产生显著的问题,并且可能导致发动机损坏。微粒污染物可以包括诸如粉尘和污垢的硬质颗粒碎片,连同包括燃料降解产物(FDP)的燃料污染产物(FCP),以及诸如蜡、沥青质、甾醇葡萄糖苷、甾醇基葡萄糖苷和甾醇糖苷的污染物。更为复杂的是,微粒污染物干扰聚结介质有效聚结游离水的能力。尽管一些技术试图通过使用具有上游颗粒过滤层和随后的聚结介质层的介质来解决这个问题,但聚结层的有效性通常受限于颗粒过滤层的生命周期。因此,在介质的整个使用寿命期间,希望改进的过滤介质以过滤微粒并且聚结来自燃料流的夹带水。

### 发明内容

[0005] 在此披露的技术总体上涉及一种用于燃料-水分离的过滤材料,所述过滤材料具有颗粒过滤层以及在颗粒过滤层下游并与颗粒过滤层联接的聚结层。颗粒过滤层基本上由粘合剂纤维和介质纤维构成。聚结层具有至少70重量%的玻璃纤维。在一些示例性实施例中,用于液体燃料的过滤材料具有颗粒过滤层和在颗粒过滤层下游的聚结层。颗粒过滤层具有粘合剂纤维和介质纤维,并且基本上不含熔喷材料。颗粒过滤层的透气性与聚结层的

透气性的比率在约3:1至约15:1范围内。

[0006] 本概述是对本专利申请的一些传授内容的总览并且不旨在是对本发明主题的排他性或穷尽性的处理。可以在详细说明和所附权利要求书中找到进一步的细节。在阅读和理解以下详细说明并查看了形成本说明的部分的附图之后，本领域技术人员会清楚其他方面，这些都不应被认为是限制意义的。

## 附图说明

[0007] 可以结合以下附图来更全面地理解实例。

[0008] 图1是符合当前描述技术的一些实施例的介质构造的横截面示意图。

[0009] 图2是符合当前描述技术的一些实施例的另一种介质构造的横截面示意图。

[0010] 虽然本文的实施例易于进行不同修改和替代形式，但通过举例和附图已经示出其详情并且将对其进行详细描述。然而，应理解的是本文的范围并不限于所描述的具体实例。相反，本发明将涵盖落入本文的精神和范围内的修改、等效物、以及替代方案。

## 具体实施方式

[0011] 图1描绘了符合在此披露的技术的示例性过滤材料100。过滤材料100通常被配置用于燃料-水分离。在多种实施例中，过滤材料100还被配置用于从燃料中过滤颗粒。过滤材料100通常被配置成在燃料流中过滤出微粒并且聚结游离水。过滤材料100通常具有颗粒过滤层110、在颗粒过滤层110下游的聚结层120以及在聚结层120下游的支撑层130。

[0012] 颗粒过滤层110在多种实施例中基本上由粘合剂纤维和介质纤维构成。术语“基本上由...构成”或“基本上包含”在此用于意指所讨论的材料是指定组分的至少95重量%。在多种实施例中，颗粒过滤层110基本上不含熔喷材料。颗粒过滤层可以如以下披露的进行构造，例如，2012年3月16日提交的美国公布号2012/0234748，或者在另一个实例中，2008年1月1日授权的美国专利号7,314,497，或者在另一个实例中，2015年6月16日授权的美国专利号9,056,268，这些专利的每一个通过引用结合在此。

### 介质纤维

[0013] 介质纤维是指为介质提供初级过滤特性的纤维，诸如可控的孔径、渗透性和效率。介质纤维可以是例如玻璃纤维、碳纤维、陶瓷纤维、聚酯或纤维素。在颗粒过滤层的一些示例性实现方式中可以使用相当大比例的玻璃纤维。玻璃纤维提供孔径控制并且与介质中的其他纤维协作以获得具有相当大流动速率、大容量、相当大效率以及高湿强度的介质。

[0014] 术语玻璃纤维“来源”意指特征在于平均直径和纵横比的玻璃纤维组合物，所述玻璃纤维组合物可作为独特的原材料提供。适合的介质可以是按以下名称已知的玻璃类型：A、C、D、E、零硼E、ECR、AR、R、S、S-2、N等，并且通常包括可以通过用于制造增强纤维的拉拔工艺或者用于制造隔热纤维的纺丝工艺制成纤维的任何玻璃。这样的纤维典型地用作约0.1至10微米的直径和约10至10,000的纵横比（长度除以直径）。将这些可商购获得的纤维的特征大小设定成胶料涂层。通常适合的玻璃纤维应具有小于15微米、更理想地小于10微米、并且最优选小于5微米的平均直径。适合的玻璃材料的商业来源包括以下：劳沙国际（Lauscha International）、伊万奈特（Evanite）、约翰曼维尔（Johns Manville）、欧文科宁（Owen Corning）以及其他公司。

[0015] 除了玻璃纤维之外,适用于介质纤维的一些实现方式的替代纤维包括碳纤维、纤维素纤维和/或聚酯纤维。在一些实施例中,介质纤维是短纤维。通常适合的碳纤维应具有小于25微米、更理想地小于15微米、并且最优选小于10微米的平均直径。适合的碳材料的商业来源包括以下:尤尼吉可(Unitika)、基诺尔(Kynol)以及其他公司。

[0016] 在实施例中,颗粒过滤层含有对应于颗粒过滤层中总固体的约10重量%至90重量%、或颗粒过滤层中总固体的约20重量%至80重量%、或颗粒过滤层中总固体的约25重量%至75重量%、或颗粒过滤层中总固体的约50重量%的量的玻璃纤维。在一些实施例中,采用具有多于一种玻璃纤维来源的共混物,其中采用具有多于一种玻璃纤维来源的共混物以形成颗粒过滤层中玻璃纤维的总重量百分比。在一些此类实施例中,选择玻璃纤维来源的共混物以控制颗粒过滤层的渗透性。例如,在一些实施例中,以不同比例将来自具有约0.3至0.5微米平均纤维直径的玻璃纤维、具有约1至2微米平均纤维直径的玻璃纤维、具有约3至6微米平均纤维直径的玻璃纤维、具有约6至10微米纤维直径的玻璃纤维、以及具有约10至100微米纤维直径的玻璃纤维的多于一个来源的玻璃纤维组合(包括其两种或更多种的共混物)增加了颗粒过滤层的渗透性。在一些此类实施例中,选择玻璃纤维共混物以赋予颗粒过滤层可控的孔径,从而导致限定的渗透性。

#### 粘合剂纤维

[0017] 粘合剂纤维通常被配置成为介质纤维提供支撑,并且还可以向介质纤维增加改进的处理、强度和抗压缩性。在某些实现方式中,粘合剂纤维还在配料配制、片材或层形成和下游加工(包括厚度调节、干燥、切割和过滤元件形成)过程中提供改进的可加工性。

[0018] 粘合剂纤维可以是例如双组分纤维。如在此所使用,“双组分纤维”意指由具有至少一个具有熔点的纤维部分和具有较低熔点的第二热塑性部分的热塑性材料形成的纤维。这些纤维部分的物理构造典型地处于并排结构或皮芯结构中。在并排结构中,这两种树脂典型地以相连接的形式以并排的结构被挤出。其他有用的形态包括有裂片的双组分纤维,其中纤维的尖端具有由比纤维的其余部分更低熔点的聚合物形成的裂片。

[0019] 双组分纤维的使用能够形成不具有单独的树脂粘合剂或具有最小量的树脂粘合剂的颗粒过滤层,所述颗粒过滤层基本上减少或防止粘合剂树脂形成膜,并且还防止由于树脂迁移到介质层的特定位置而造成的介质或元件的不均匀性。双组分纤维的使用可以允许在过滤介质中降低压缩、改进固体性并增加拉伸强度,并且提高介质纤维(诸如玻璃纤维和加入到介质层或过滤元件中的其他亚微米纤维材料)的利用率。

[0020] 介质纤维和粘合剂纤维以不同比例组合以形成具有相当大的过滤能力、渗透性和过滤寿命的相对高强度的材料。这样的介质可以由任选的二次纤维和其他添加剂材料制成。这些组分组合以形成具有相当大的流通能力、渗透性和高强度的高强度材料。

[0021] 可使用用于双组分纤维的聚合物的不同组合,但通常第一聚合物组分在比第二聚合物组分熔融温度更低并且典型地低于205°C的温度下熔化。另外,双组分纤维典型地与介质纤维(诸如玻璃纤维)一体地混合并且均匀地分散。双组分纤维的第一聚合物组分的熔化是必要的,以允许双组分纤维形成粘性骨架结构,所述粘性骨架结构在冷却后捕捉并粘合许多的介质纤维以及粘合到其他双组分纤维。在皮芯结构中,低熔点(例如,约80°C至205°C)热塑性材料典型地围绕较高熔点(例如,约120°C至260°C)材料的纤维被挤出。

[0022] 在使用中,双组分纤维典型地具有约5至50微米、经常约10至20微米的纤维直径,

并且典型地在纤维形式下通常具有0.1至20毫米的长度或经常具有约0.2至约15毫米的长度。此类纤维可以由多种热塑性材料制成,包括聚烯烃(诸如聚乙烯、聚丙烯)、聚酯(诸如,聚对苯二甲酸乙二酯、聚对苯二甲酸丁二酯、聚对苯二甲酸环己基二甲酯)、尼龙(包括尼龙6、尼龙6,6、尼龙6,12)等。

[0023] 双组分纤维可用于形成机械稳定、但结实、可渗透的过滤介质,所述过滤介质能够承受在高速下载有碎屑的空气的机械应力,并且能够在使用过程中保持碎屑的负载,并且在负载之间承受反复的洗涤和干燥循环。可用于本技术的双组分纤维具有芯/壳(或皮)形态、并排形态、海洋中岛形态或有裂片形态。双组分纤维由具有不同熔点的至少两种热塑性材料制成。在一些实施例中,可用于形成用于颗粒过滤层的双组分纤维的芯或皮的热塑性聚合物包括线性低密度、低密度、高密度、超高密度以及其他形态和组成名称的聚烯烃(诸如聚乙烯、聚丙烯、聚丁烯,聚- $\alpha$ -辛烯、及其共聚物);聚四氟乙烯(诸如聚四氟乙烯和聚氯三氟乙烯);聚酯(诸如聚对苯二甲酸乙二酯、聚对苯二甲酸丁二酯或聚萘二甲酸乙二酯);聚乙酸乙烯酯、聚乙烯醇、及其共聚物;聚卤乙烯(诸如聚氯乙烯)、聚偏二卤乙烯(诸如聚偏二氯乙烯)、聚偏二氟乙烯等及其共聚物;聚缩醛(诸如聚乙烯醇缩丁醛)、丙烯酸树脂(聚丙烯酸酯)(诸如聚甲基丙烯酸酯和聚甲基丙烯酸甲酯)及其共聚物,包括丙烯酸及其盐的共聚物;聚酰胺(诸如尼龙6、尼龙66、尼龙6,10、尼龙46等)及其共聚物;聚苯乙烯及其共聚物;聚氨酯;聚脲;纤维素树脂(即硝酸纤维素)、乙酸纤维素、乙酸丁酸纤维素、乙基纤维素等;任何上述材料的共聚物,诸如乙烯-乙酸乙烯酯共聚物、乙烯-丙烯酸共聚物、苯乙烯-丁二烯嵌段共聚物、KRATON®橡胶等。

[0024] 在实施例中,采用聚烯烃/聚酯的皮/芯双组分纤维,由此聚烯烃皮在比聚酯芯更低的温度下熔化。在其他实施例中,采用两种聚烯烃或两种聚酯、两种聚卤乙烯、两种聚偏二卤乙烯、两种聚酰胺聚合物、或化学上类似或相同的任何其他两种聚合物作为芯和皮,其中组成(例如用于合成聚合物的特定单体组合物混合物,或共聚物中单体浓度的块效应)、分子量、或形态差异(诸如支化度或侧链结晶度等)提供更低和更高的熔化或软化聚合物材料。

[0025] 在一些实施例中,采用双组分纤维的较低熔点组分作为芯/皮形态中的皮(或芯/壳形态的壳)、作为有裂片形态中的裂片、作为海洋中岛形态中的岛、或作为并排形态的一个侧面。较低熔点的组分为形成的过滤介质包提供熔化融合能力,其中将非织造湿法成网或气流成网的网加热至高于较低熔点组分的熔点或玻璃化转变温度且低于较高熔点组分的熔点或玻璃转变温度的温度。在实施例中,当熔化或软化的纤维组分与其他双组分纤维以及形成的湿法成网或气流成网颗粒过滤层内的任何其他纤维和添加剂接触时,完成熔化融合。

[0026] 在此类实施例中,当随后将温度降低至等于或低于预期的最终使用温度时,双组分纤维已经凭借皮(或裂片或侧面)而至少部分熔化融合,同时基本上保持了通过用于形成颗粒过滤层的气流成网或湿法成网工艺赋予的蓬松性、渗透性、孔隙率、基础重量、厚度等的非织造特征。这些非织造特征凭借在熔化融合过程中保留其纤维形态的双组分纤维的较高熔点芯或侧面而被保留。此外,熔化融合的双组分纤维赋予所希望的特性,包括降低的压缩和增加的拉伸强度;熔化融合的双组分纤维进一步改进玻璃纤维和其他二次纤维和/或添加剂材料在颗粒过滤层中的利用率和保留率。

[0027] 在一些实施例中,可购自特拉华州威明顿市(Wilmington DE)的杜邦公司(E.I.Dupont Nemours)的称为Advansa 271P的芯/皮双组分纤维可用于形成用于颗粒过滤层的高蓬松性和低蓬松性过滤介质。其他有用的双组分纤维包括可购自田纳西州约翰逊城(Johnson City, TN)的纤维创新技术公司(Fiber Innovation Technology, Inc)的T-200系列同心芯/皮纤维;可购自康涅狄格州谢尔顿(Shelton, CT)的工程纤维技术有限责任公司(Engineered Fibers Technology, LLC)的Kuraray N720;可购自纽约州纽约市(New York, NY)的日绵美国公司(Nichimen America Inc.)的Nichimen 4080;以及类似的材料。所有这些纤维均展示出如以上所描述的熔化融合的特征。

[0028] 在一些实施例中,颗粒过滤层具有约50重量%的Advansa 271P双组分纤维(可购自特拉华州威明顿市的杜邦公司)和约50重量%的Lauscha B50玻璃微纤维(可购自南卡罗来纳州萨默维尔市(Summerville, SC)的劳沙纤维国际公司(Lauscha Fiber Int'l.))。颗粒过滤层通过湿法成网或造纸型工艺形成,以得到具有约 $60\text{g/m}^2$ 至 $70\text{g/m}^2$ 的基础重量、在0.125psi下的0.5mm至0.65mm的层厚度、在0.125psi和1.5psi之间的15%至20%的可压缩性、以及在0.125psi下的6%-7%的固体性的介质。

#### 颗粒过滤层特性

[0029] 通过控制与颗粒过滤层的纤维大小、孔结构、固体性、和可压缩性有关的属性来影响颗粒过滤层的性能特性。通常,使用具有相对较低的固体性和较低的可压缩性,同时还具有相对较小的平均流量孔径但具有相对较大的最大流量孔径的介质,得到可以去除颗粒而不过早堵塞的示例性介质构造。在一些实施例中,颗粒过滤层在空气中是亲水的,这意味着当使用标准接触角测量装置(诸如First Ten Angstroms接触角仪器)测量时,水滴在空气中与过滤层的表面具有小于90度的接触角。颗粒过滤层110的亲水性可以区别于可以在燃料中用于颗粒过滤的传统熔喷材料,这些传统熔喷材料在空气中倾向于疏水的。“在空气中疏水”通常意指水滴在空气中具有与介质表面大于90度的接触角。

[0030] 一般来说,介质纤维具有比粘合剂纤维更小的直径。在示例性实施例中,介质纤维具有小于5微米的平均直径,而粘合剂纤维具有大于5微米的平均直径。更典型地,介质纤维将具有从0.1至20微米,并且任选地从0.1至15微米的平均直径。在一些实现方式中,介质纤维将具有从0.4至12微米,并且在一些实现方式中从0.4至6.5微米的平均直径。具有小于10微米、小于7.5微米,小于6.5微米、和小于5微米的平均直径的介质纤维经常是所希望的。粘合剂纤维典型地将具有从5至40微米、更典型地从7至20微米、并且经常从10至14微米的直径。注意,介质纤维和粘合剂纤维两者的直径均可以变化。在一些情况下,纤维直径将沿着其长度变化,而更常见的是具有不同直径的纤维将被并入。将理解的是,如在此所使用,纤维直径基于介质中存在的纤维的平均纤维直径。

[0031] 颗粒过滤层的另一特征在于它典型地具有相对较低的固体性水平。如在此所使用,固体性是固体纤维体积除以讨论的过滤介质的总体积,通常以百分比来表示。在一个典型实现方式中,颗粒过滤层的固体性小于15%,更典型地小于12%,并且更经常地小于10%。在某些实施例中,固体性小于9%、小于8%、或小于7%。颗粒过滤层通常具有从约 $45\text{cfm}/\text{ft}^2$ 至约 $200\text{cfm}/\text{ft}^2$ 范围内的透气性,其中透气性是弗雷泽(Frazier)渗透性。透气性与在0.5英寸水的压降下流经过滤介质的空气量( $\text{ft}^3\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{ft}^{-2}$ 或 $\text{ft}\cdot\text{min}^{-1}$ )有关。一般来说,如所使用的术语渗透性是通过弗雷泽渗透性测试根据ASTM D737使用可购自马里兰州

盖瑟斯堡市(Gaithersburg, Maryland)的弗雷泽精密仪器有限公司(Frazier Precision Instrument Co. Inc.,)的弗雷泽渗透性测试仪或可购自南卡罗来纳州斯巴达堡市29301(Spartanburg, So. Carolina 29301)的先进测试仪器公司(Advanced Testing Instruments Corp) (ATI)的TexTest 3300或TexTest 3310来评估。

[0032] 颗粒过滤层的另一个特征在于它相对不可压缩,特别是相对于介质的固体性。可压缩性是在流体流经介质的方向上对压缩或变形的阻力(i.e.)。用于介质压缩的适合测试是压缩力相对于距离的测试,其中将一叠介质在负载下压缩以确定压缩百分比。这样的测试的实例如下:将2.54厘米直径的探针和5kg的负载传感器用于压缩具有25mm总厚度的一叠介质。以1mm/sec的速度,使用距底部30mm的起始距离和0.5g的数据触发物执行测试。最终力目标是4,800g。介质样本大小可以是2.22厘米直径的圆圈,与介质样本一起定向以直接在测试探针下面形成堆叠。在此类实现方式中介质上的压力是大约 $1.24\text{kg/cm}^2$ 。所使用的堆叠样品的数量应足以具有25mm的总厚度,因此样品的总数量将根据所测试的介质材料的单个厚度而变化。数据按以下公式分析:

$$\text{压缩百分比} = \times / t_1$$

其中 $t_1$ =当力=0.5克时从堆叠样品的底部的厚度,并且 $t_2$ =当力=4800克时从堆叠样品的底部的厚度,其中 $\times$ 等于在测试过程中探头行进距离 $t_1 - t_2$ 。用于执行这种测试的适合仪器包括例如来自稳定微系统公司(Stable Micro Systems)的利用Texture Expert Exceed软件版本2.64的TA.XT2i质构分析仪(Texture Analyzer)。

[0033] 颗粒过滤层的抗压强度必须足以保持材料的厚度,并且从而保持其孔结构和过滤流动以及微粒去除性能。在一些实施例中,颗粒过滤层在 $1.24\text{kg/cm}^2$ 的压力下具有小于40%的可压缩性。在其他实现方式中,颗粒过滤层具有在 $1.24\text{kg/cm}^2$ 的压力下小于30%、在 $1.24\text{kg/cm}^2$ 的压力下小于20%、并且在 $1.24\text{kg/cm}^2$ 的压力下小于10%的可压缩性。此外,颗粒过滤层的可压缩性除以固体性经常小于4、经常小于3、以小于2,并且在一些实现方式中小于1。例如,在可压缩性是20%并且固体性是10%的实现方式中,此数是2.0。

#### 颗粒过滤层中另外的树脂和纤维

[0034] 可以使用非纤维粘合剂树脂来帮助将介质纤维和任选的粘合剂纤维粘结成机械稳定的颗粒过滤层。此类热塑性粘合剂树脂材料可以用作干粉末或溶剂系统,但典型地是乙烯基热塑性树脂的水性分散体。非纤维树脂性粘合剂组分对于获得用于颗粒过滤层的足够强度并非必要的,但可以使用。

[0035] 非纤维粘合剂树脂包括乙酸乙烯酯材料、氯乙烯树脂、聚乙烯醇树脂、聚乙酸乙烯酯树脂、聚乙烯基乙酰基树脂、丙烯酸树脂、甲基丙烯酸树脂、聚酰胺树脂、聚乙烯乙酸乙烯酯共聚物树脂、热固性树脂类(诸如脲酚树脂、脲醛树脂、三聚氰胺、环氧树脂、聚氨酯)、可固化不饱和聚酯树脂、聚芳烃树脂、间苯二酚树脂以及类似的弹性体树脂。

[0036] 用于水溶性或可分散性粘合剂聚合物的适合的材料是水溶性或水可分散性热固性树脂(诸如丙烯酸树脂、甲基丙烯酸树脂、聚酰胺树脂、环氧树脂、酚醛树脂、聚脲、聚氨酯、三聚氰胺甲醛树脂、聚酯以及醇酸树脂),总体上并且确切地讲是水溶性丙烯酸树脂、甲基丙烯酸树脂和聚酰胺树脂。此类液体粘合剂典型地是在最终的非织造基质中涂覆纤维并且促进纤维粘附到纤维上的片状物的分散体。向配料中加入足够的树脂以完全涂覆纤维,而不会在薄片、介质、或过滤材料中所形成的孔上产生膜。向配料中加入树脂或可以在形成

之后向介质中施加树脂。

[0037] 用来将三维非织造纤维网在每个非织造层中粘合在一起或用作另外的胶粘剂的胶乳粘合剂,可以选自本领域中已知的不同胶乳胶粘剂。技术人员可以选择具体的胶乳胶粘剂,这取决于有待粘合的纤维素纤维的类型。胶乳胶粘剂可以通过已知的技术(诸如喷雾或发泡)来施加。通常,使用具有从15%至25%固体的胶乳胶粘剂。分散体可以通过将纤维分散并且然后加入粘合剂材料或将粘合剂材料分散并且然后加入纤维而制成。分散体还可以通过将纤维的分散体与粘合剂材料的分散体进行组合而制成。分散体中总纤维的浓度可以在基于分散体的总重量的从0.01至5或0.005至2重量百分比范围内。分散体中粘合剂材料的浓度可以在基于纤维的总重量的从10至50重量百分比范围内。

[0038] 颗粒过滤层还可以含有由多种亲水的、疏水的、亲油的、以及疏油的纤维制成的二次纤维。这些纤维与玻璃(或其他介质)纤维以及双组分纤维协作以形成机械稳定,但结实的可渗透过滤介质,所述过滤介质可以承受流体材料通过时的机械应力并且可以在使用过程中保持微粒的负载。二次纤维典型地是单组分纤维,具有可以在从约0.1至约50微米范围内的直径并且可以由多种材料制成。一种类型的二次纤维是与其他组分协作来将这些材料粘合到片材中的粘合剂纤维。另一种类型的二次纤维是与其他组分协作以在干燥和潮湿条件下增加材料的拉伸和破裂强度的结构纤维。另外,粘合剂纤维可以包括由如聚氯乙烯和聚乙烯醇的此类聚合物制成的纤维。二次纤维还可以包括无机纤维,诸如碳/石墨纤维、金属纤维、陶瓷纤维及其组合。

[0039] 二次热塑性纤维也可以是但不限于聚酯纤维、聚酰胺纤维、聚丙烯纤维、共聚醚酯纤维、聚对苯二甲酸乙二酯纤维、聚对苯二甲酸丁二酯纤维、聚醚酮酮(PEKK)纤维、聚醚醚酮(PEEK)纤维、液晶聚合物(LCP)纤维、及其混合物。聚酰胺纤维包括但不限于:尼龙6、66、11、12、612和高温“尼龙”(诸如尼龙46),包括:纤维素纤维、聚乙酸乙烯酯、聚乙烯醇纤维(包括聚乙烯醇的不同水解,诸如88%被水解、95%被水解、98%被水解以及99.5%被水解的聚合物)、棉、粘胶人造丝、热塑性材料(诸如聚酯、聚丙烯、聚乙烯等)、聚乙酸乙烯酯、聚乳酸、以及其他常见纤维类型。热塑性纤维通常是精细的(约0.5-20丹尼尔直径)、较短(约0.1-5cm长)的短纤维,可能含有预混的常规添加剂,诸如抗氧化剂、稳定剂、润滑剂、增韧剂等。此外,热塑性纤维可用分散助剂进行表面处理。优选的热塑性纤维是聚酰胺以及聚对苯二甲酸乙二酯纤维,其中最优选的是聚对苯二甲酸乙二酯纤维。

#### 颗粒过滤层的生产

[0040] 在制造颗粒过滤层时,在某些实施例中,使用湿法或干法工艺来形成纤维垫。将垫加热以使热塑性材料熔化,从而通过使纤维内部粘附来形成介质。双组分纤维允许纤维融合成机械稳定的介质。具有热粘结外皮的双组分纤维导致双组分纤维与介质层中的其他纤维粘合。

[0041] 颗粒过滤层典型地使用造纸工艺制成。然而,介质可以通过气流成网工艺来制成,所述气流成网工艺使用适合于气流成网工艺的类似组分。在湿法成网片材制造中使用的机器包括手工成网片材设备、福得林(Fourdrinier)造纸机、圆柱形造纸机、倾斜式造纸机、组合式造纸机以及可以接纳适当混合的纸、形成一层或多层配料组分、并且去除流体水性组分以形成湿片材的其他机器。

[0042] 在示例性湿法成网工艺中,介质是由在水性介质中包含纤维材料的分散体的水性

配料制成。分散体的水性液体通常是水,但可包括不同其他材料,诸如pH调节材料、表面活性剂、消泡剂、阻燃剂、粘度改性剂、介质处理剂、着色剂等。水性液体通常通过以下而从分散体中排出:将分散体导引到筛或其他穿孔的支撑物上,从而保留已分散的固体并且使液体通过以产生湿纸组合物。一旦在支撑物上形成湿组合物,通常将其通过真空或其他压力进一步脱水,并且通过蒸发剩余液体来进一步干燥。在液体被去除后,热粘结典型地通过使一些部分的热塑性纤维、树脂或所形成材料的其他部分熔化而发生。熔化材料将组分粘合成层。

[0043] 典型地将含有这些材料的纤维浆料混合以形成相对均匀的纤维浆料。接着对纤维浆料进行湿法成网造纸工艺。一旦将浆料形成为湿法成网片材,就将湿法成网片材进行干燥、固化或以其他方式加工以形成干燥可渗透的、但真正的片材、介质或过滤器。一旦充分干燥并且加工成过滤介质,这些片材典型地是约0.25至1.9毫米厚,具有约20至200或30至150g·m<sup>2</sup>的基础重量。对于商业规模的工艺来说,双组分垫通常是通过使用造纸类型机器来加工,诸如可商购的福得林造纸机、金属丝圆柱、史蒂文斯真空圆网成形器(Stevens Former)、圆网成形器(RotoFormer)、叠网成形器(Inver Former)、以及倾斜式三角成形器(Delta Former)机器。

[0044] 在一些实现方式中,利用了倾斜式三角成形器机器。例如,可以通过形成纸浆和玻璃纤维浆料并且将浆料在混合罐中组合来制备双组分垫。在所述工艺中使用的水量可根据所使用的设备的大小来改变。可将配料传送到常规的流浆箱中,在所述流浆箱中配料被脱水并且沉积到移动的金属丝筛上,在所述金属丝筛中配料通过抽吸或真空被脱水以形成非织造双组分网。然后,所述网可以通过常规手段,例如通过淹没以及提取方法来用粘合剂涂覆,并且穿过使所述垫干燥并且将粘合剂固化的干燥区段,并且热结合片材、介质或过滤器。所得的垫可收集成大卷用于将来的加工、用于层压至第二介质材料(诸如纤维素介质层)、或用于形成过滤元件。

[0045] 在多种实施例中,颗粒过滤层110可以由多层介质构成。通常,颗粒过滤层110中的每个介质层将如在此所述进行构造。图2中描绘了这样的实施例,在下面更详细地描述所述实施例。

### 聚结层

[0046] 返回到图1,聚结层120位于颗粒过滤层110的下游并且联接到颗粒过滤层110。聚结层120通常被配置成聚结穿过其中的燃料流中的游离水。颗粒过滤层110通常被配置成从燃料流捕捉微粒污染物,这防止捕捉的微粒干扰聚结层120的聚结功能。然而,在一些实施例中,聚结层也可以被配置成过滤燃料流中的微粒。聚结层120可以具有多种构造。

[0047] 聚结层120可以具有在从约0.3μm至约10μm、或从约0.69μm至约7.5μm范围内的平均纤维直径。当在8psi下测量时,聚结层120通常可以具有从约0.3mm至约1.0mm范围内的厚度。在一些实施例中,当在8psi下测量时,聚结层120可以具有从约0.4mm至约0.7mm范围内的厚度。聚结层120通常被构造成具有从约50g/m<sup>2</sup>至约150g/m<sup>2</sup>、或从约80g/m<sup>2</sup>至约115g/m<sup>2</sup>范围内的基础重量。聚结层120可以具有高于颗粒过滤层110的基础重量的基础重量。聚结层120通常具有小于颗粒过滤层110的透气性的透气性。在一些实施例中,聚结层120具有从约3cfm/ft<sup>2</sup>至约70cfm/ft<sup>2</sup>范围内的透气性。在一些具体实施例中,聚结层120具有10至40cfm/ft<sup>2</sup>范围内的透气性。在一些实施例中,聚结层120可以是多层相邻的聚结材料,诸如

在下面参考图2所描述的实施例中。

[0048] 在各种实施例中,聚结层120是湿法成网介质。聚结层120可以基本上由纤维、表面处理剂、和粘合剂材料构成,这意味着聚结层120是至少95重量%的纤维、表面处理剂和粘合剂材料。在一些实施例中,聚结层120是涂覆有表面处理剂的非织造纤维垫,其中纤维与粘合剂材料粘结。表面处理剂通常被配置成改变其中的纤维的表面能,并且粘合剂材料通常被配置成粘结聚结层120的纤维。

[0049] 聚结层120的纤维可以是多种类型的纤维和纤维的组合,并且通常是非织造的。聚结层120的纤维可以是玻璃纤维、天然纤维、合成纤维、聚合物纤维、陶瓷纤维、金属纤维、碳纤维、及其组合。当然可以考虑其他类型的纤维。在一些实施例中,聚结层120具有玻璃纤维和聚酯纤维。纤维可以是聚结层120的从50重量%至95重量%。在一些实施例中,聚结层120是玻璃纤维的至少70重量%。在一些实施例中,聚结层120是玻璃纤维的至少85重量%。

[0050] 表面处理剂通常被配置成改变聚结层120内的纤维的表面特性。表面处理剂可以具有多种构造和组成,并且在一些实施例中,表面处理剂是含有氟的化合物。可以在聚结层的纤维上使用的一种示例性表面处理剂是聚四氟乙烯分散体。一些其他的示例性表面处理剂是氟烷基丙烯酸酯聚合物、全氟烷基甲基丙烯酸酯共聚物、氟化烃、氟代丙烯酸酯聚合物、氟烷基甲基丙烯酸酯聚合物、全氟烷氧基聚合物(PFA)、氟化乙烯-丙烯(FEP)。表面处理剂可以在聚结层120的从0.01重量%至25重量%范围内。在一些实施例中,表面处理剂是聚结层120的从5重量%-20重量%或10重量%-15重量%。

[0051] 粘合剂材料通常被配置成粘合聚结层120中的纤维。作为实例,粘合剂材料可以是丙烯酸树脂或环氧树脂。在一些具体实例中,粘合剂材料是丙烯酸胶乳粘合剂。在一些实例中,粘合剂材料是苯乙烯/丙烯腈共聚物树脂。粘合剂材料可以是乳液聚合物、树脂、环氧树脂、溶液聚合物、苯乙烯-丙烯酸酯、苯乙烯-丁二烯、丙烯酸、乙酸乙烯酯、丙烯腈、聚氨酯、尿素甲醛、三聚氰胺甲醛、酸化丙烯酸酯、聚乙烯醇、及其组合。在一个实施例中,粘合剂材料可以具有已被改性以包含一个或多个官能团的聚合物。例如,聚合物可以被官能化以含有另外的羧酸盐。聚结层120可以是3重量%至约40重量%的粘合剂材料,或者从约5重量%至约25重量%的粘合剂材料,或从约10重量%至约20重量%的粘合剂材料。

[0052] 在此披露的技术的一些实施例,包括图1和图2中所描绘的那些,具有支撑层130,所述支撑层定位在聚结层120的下游并且联接到聚结层120。支撑层130可以由多种材料和材料的组合构成,但通常被配置成为颗粒过滤层110和聚结层120提供结构支撑。在不同实施例中,支撑层130至少被配置成允许水滴相对完整地离开过滤材料100并且防止来自聚结层120的聚结水的乳化。

[0053] 在一些实施例中,支撑层是双组分纤维。在一些此类实施例中,双组分纤维是具有尼龙皮的基本上连续的聚酯纤维,诸如由位于北卡罗来纳州阿什维尔(North Carolina)的博纳公司(Bonar Inc.)供应的Colback®。在一些其他实施例中,支撑层130是纤维素材料。在一些实施例中,支撑层130是稀松布,诸如非织造聚酯稀松布。在一些实施例中,聚酯稀松布是由位于北卡罗来纳州夏洛特(Charlotte, North Carolina)的聚合物集团公司(Polymer Group, Inc.)提供的Reemay。支撑层130可以是诸如纤维素和聚酯的材料的组合。在一些实施例中,支撑层130是金属丝网。当然可考虑其他材料用于支撑层130。

[0054] 支撑层130还可以具有一种或多种粘合材料。例如,在一些实施例中,支撑层用酚

醛树脂、或任何其他类型的粘合剂饱和。支撑层130还可以用一种或多种组合物处理以调节支撑层130的特性。在一些实施例中，支撑层130具有从约17g/m<sup>2</sup>至约200g/m<sup>2</sup>范围内的基础重量。支撑层130通常具有从10cfm/ft<sup>2</sup>至约1000cfm/ft<sup>2</sup>范围内的透气性。在一些实施例中，支撑层130具有超过30cfm/ft<sup>2</sup>的透气性。

[0055] 将理解的是，支撑层130可以含有具有比颗粒过滤层110中介质纤维的平均直径更大的平均直径或横截面的纤维。

[0056] 聚结层120联接到颗粒过滤层110。支撑层130联接到聚结层120。短语“联接到”旨在意指各个层相对于彼此固定。在一些实施例中，这些层经由粘附到过滤元件而相对于彼此固定，并且否则是未粘结的。在一些实施例中，各个层被层压在一起。例如，在一些实施例中，使用低温结晶聚合物粉末将这些层层压在一起，以便将复合介质容易地制造成许多不同的过滤器元件构造。将介质层层压在一起的其他方法诸如胶粘层压或热粘结方式也是可能的，诸如通过使用网状胶粘剂、热熔体等。在一些实施例中，这些层未粘结。

[0057] 符合在此披露的技术的过滤材料100可以具有多种不同的构造。在至少一个实施例中，过滤材料100缺乏熔喷材料。过滤材料100可以具有从100g/m<sup>2</sup>至500g/m<sup>2</sup>、200g/m<sup>2</sup>至400g/m<sup>2</sup>或250g/m<sup>2</sup>至350g/m<sup>2</sup>的基础重量。过滤材料100具有从0.5mm至4mm或1mm至2mm范围内的厚度，其中所述厚度在1.5psi下测量。通常，聚结层120的透气性将小于颗粒过滤层110的透气性。

[0058] 颗粒过滤层110和聚结层120的透气性通常是相关的。颗粒过滤层110的透气性与聚结层120的透气性的比率通常将在约3:1与约15:1之间。在一些情况下，其中颗粒过滤层110的透气性与聚结层120的透气性的比率过大，则聚结层120相对迅速地负载颗粒物质，从而导致聚结层120过早地污染，这阻止了足够的聚结。另一方面，如果颗粒过滤层110的透气性与聚结层120的透气性的比率太小，则可能导致颗粒过滤的寿命不足。

[0059] 所得的过滤材料100的透气性和每个组分层的透气性可以对应于有待从燃料流聚结的游离水滴的大小。在有待聚结的游离水滴被表征为粗水的情况下，过滤材料100的透气性可以相对较大。在有待聚结的游离水滴被表征为乳化的情况下，过滤材料100的透气性可以相对较小。在一些实施例中，过滤材料100具有从1cfm/ft<sup>2</sup>至50cfm/ft<sup>2</sup>范围内的透气性。在一些实施例中，过滤材料100具有从3cfm/ft<sup>2</sup>至20cfm/ft<sup>2</sup>范围内的透气性。在一些实施例中，过滤材料100具有从5cfm/ft<sup>2</sup>至10cfm/ft<sup>2</sup>范围内的透气性。

[0060] 图2描绘了符合在此披露的技术的另一种示例性过滤材料。在当前实施例中，过滤材料200具有上游颗粒过滤层212、在颗粒过滤层210下游的聚结层220以及在聚结层220下游的支撑层230。颗粒过滤层210具有上游介质层212和下游介质层214。在一些实施例中，上游介质层212和下游介质层214可以具有彼此不同的特性，诸如不同的孔径和孔径分布。通常，颗粒过滤层210的透气性在此将被理解为是指其组分层212、214的总的所得透气性。

[0061] 在当前描绘的实施例中，聚结层具有两层聚结材料222、224，并且在一些实施例中，存在另外的聚结材料层。

[0062] 虽然图2描绘了其中存在多层聚结层220和多层颗粒过滤层210的实施例，但应理解的是，在其中颗粒过滤层具有多个层的一些实施例中，可以存在是单层的聚结层。类似地，在其中聚结层内存在单层的一些实施例中，在颗粒过滤层内可以存在多个层。将理解的是，多个支撑层也可以结合到在此所述的技术中。

## 测试结果

[0063] 将符合在此披露的技术的过滤介质的平片材针对本领域已知的比较过滤介质进行测试。具体地,符合在此披露的技术的示例性过滤介质具有玻璃纤维和双组分聚酯粘合剂纤维的上游颗粒过滤层。颗粒过滤层由两个介质层构成,其中上游介质层具有比下游介质层更高的透气性。颗粒过滤层的总透气性是约 $120\text{cfm}/\text{ft}^2$ 。比较过滤介质具有传统熔喷聚酯的颗粒过滤层,所述熔喷聚酯被广泛认为在燃料过滤方面被优化用于颗粒过滤。熔喷聚酯具有约 $25\text{cfm}/\text{ft}^2$ 的透气性。示例性过滤介质(样品B)和比较过滤介质(样品A)两者均具有相同的聚结层和支撑层。聚结层是用丙烯酸树脂粘结的微玻璃介质,所述聚结层具有约 $10\text{cfm}/\text{ft}^2$ 的透气性。支撑层具有基本连续的具有尼龙皮的聚酯纤维。两种样品中的介质层均是未粘结的。

[0064] 通过用具有 $15\mu\text{m}$ 的平均水滴大小的水-燃料乳液(超低硫柴油燃料)攻击介质并且然后测量离开介质的水滴的大小来比较比较介质和示例性介质的聚结能力。总体上优选实现相对较大的水滴的聚结,因为较大的液滴比较小的液滴更容易从燃料流中沉淀出来。测量液滴大小,并按照以下粒径分布值进行描述: $D_{3,10}$ 、 $D_{3,50}$ 和 $D_{3,90}$ 。 $D_{3,10}$ 值表示此处的燃料中10%的水的总体积由具有比 $D_{3,10}$ 值更小的液滴来限定的直径。 $D_{3,50}$ 值表示平均液滴直径,其中约50%的水的体积由具有比 $D_{3,50}$ 值更小的直径的水滴来限定,并且约50%的水的体积由具有比 $D_{3,50}$ 值更大的直径的水滴来限定。类似地, $D_{3,90}$ 值表示此处90%的水的总体积由具有比 $D_{3,90}$ 值更小的直径的液滴来限定的液滴直径。

[0065] 当清洁时,比较介质(样品A)和示例性介质(样品B)表现相对类似。然而,当负载有粉尘时,示例性过滤介质在来自燃料的水的压差和聚结方两个面表现优于比较介质。

[0066] 为了负载粉尘,将已知量的ISO介质测试粉尘悬浮在穿过每个介质样品的超低硫柴油燃料中。每个介质负载有 $100\text{mg}$ 粉尘,并且测量跨介质的压差。跨比较过滤介质(样品A')的压差是示例性过滤介质(样品B')的压差的两倍。此外,离开示例性介质(样品B')的 $D_{3,10}$ 水滴超过比较介质(样品A')的大小的三倍。最后,示例性过滤介质负载有更多的ISO介质测试粉尘直到其压差约等于比较介质的压差,示例性过滤介质需要 $230\text{mg}$ 粉尘(样品B''),超过比较介质(样品A')的两倍。测量离开样品B''的水滴的大小,并且 $D_{3,10}$ 值超过比较介质(样品A')的 $D_{3,10}$ 值的两倍。下面的表1反映了相关数据:

	样品A	样品A'	样品B	样品B'	样品B''
装载的粉尘	0mg	100mg	0mg	100mg	230mg
$D_{3,90}$	4.25mm	3.92mm	4.02mm	3.91mm	4.09mm
$D_{3,50}$	3.76mm	2.90mm	3.81mm	3.25mm	3.04mm
$D_{3,10}$	2.53mm	0.63mm	2.46mm	2.3mm	1.31mm

表1. 清洁的介质复合材料和负载粉尘的介质复合材料的聚结液滴大小分布数据。

[0067] 装载粉尘的介质的 $D_{3,10}$ 值将示例性过滤介质(样品B' 和B'')与比较介质(样品A')的性能区分开来,因为它表明当使用示例性过滤介质时,较少量的水仍然在燃料中乳化成较小的液滴。测试数据还表明,示例性过滤介质的 $D_{3,10}$ 微滴大小的减少速率低于比较过滤介质。测试数据表明,符合在此披露的技术的介质具有较高的粉尘容量,并且因此将具有比比较介质相对更长的过滤寿命。此外并且出人意料地,测试数据还表明,当当前描述的介质展现出与比较介质相同的压降(并且因此介质被“污染”到相同的程度)时,示例性介质的聚

结性能仍然显著优于比较介质。

[0068] 应注意的是,除非上下文中另外明确指出,否则在本说明书和所附权利要求书中使用的单数形式“一个”、“一种”和“所述”都包括复数指代物。因此,例如,提及含有“一种化合物”的组合物包括两种或更多种化合物的混合物。还应注意的是,术语“或”一般是以其包括“和/或”的意义上采用的,除非上下文另外明确指出。

[0069] 本说明书中所有的出版物和专利申请都表明了本技术所属领域的普通技术人员的水平。所有的出版物和专利申请通过引用结合在此,其程度如同明确且单独地通过引用而指明每一个单独的出版物或专利申请。

[0070] 在此已经参考不同特定和优选的实施例以及技术描述了本技术。然而,应理解的是,在保持在本技术的精神和范围内的同时可以作出许多的变化和修改。

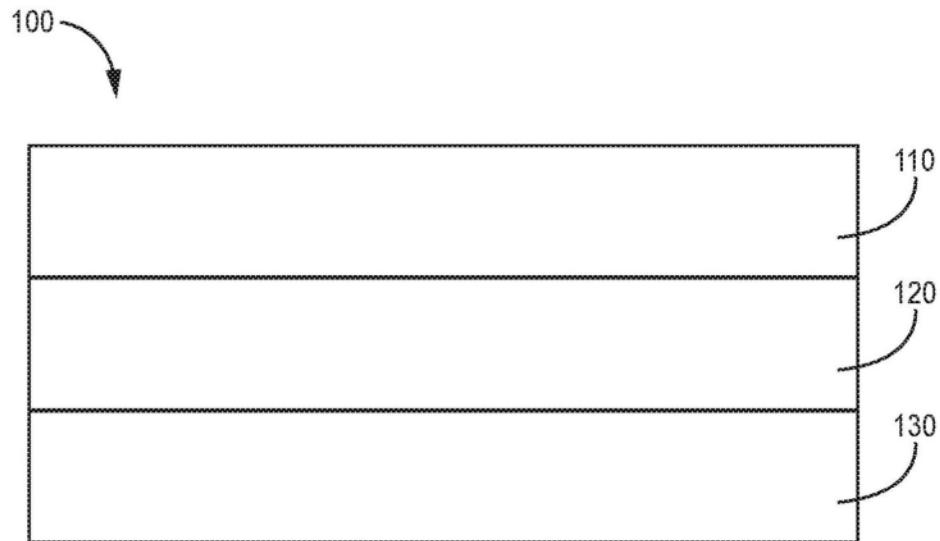


图1

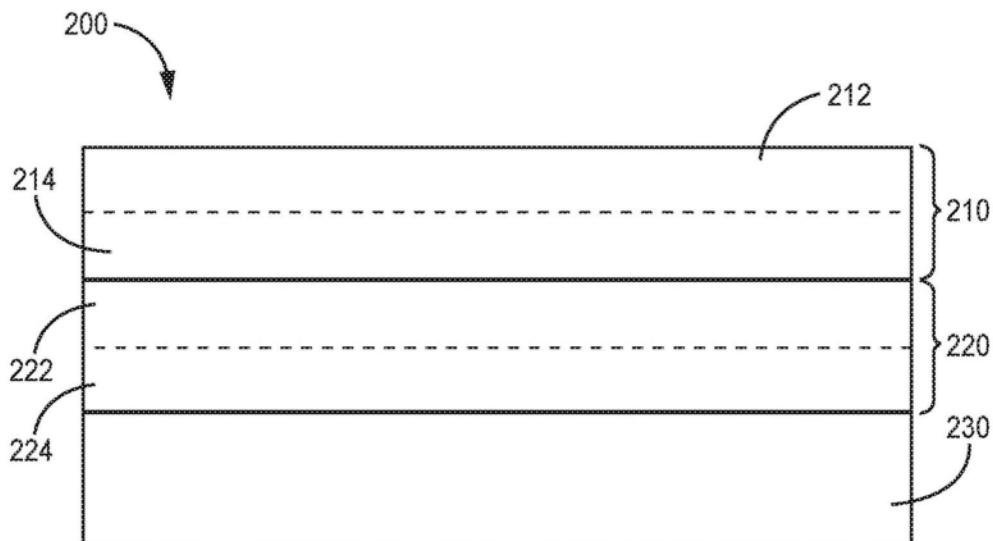


图2