

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **037948**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2021.06.10

(51) Int. Cl. **B01D 39/16** (2006.01)

(21) Номер заявки
201891357

(22) Дата подачи заявки
2017.01.06

(54) **ФИЛЬТРУЮЩАЯ СРЕДА, ФИЛЬТРУЮЩИЙ ЭЛЕМЕНТ И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ**

(31) **62/276,005**

(56) EP-A1-0829293
WO-A1-2013071065
WO-A1-2009140385
US-A-5997618
US-A1-2015082985

(32) **2016.01.07**

(33) **US**

(43) **2019.01.31**

(86) **PCT/US2017/012421**

(87) **WO 2017/120398 2017.07.13**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**ДОНАЛЬДСОН КОМПАНИ, ИНК.
(US)**

(72) Изобретатель:
**Тума Даниель Л., Лужанский
Дмитрий, Миллер Третий Стэнли Б.,
Медведев Пётр Викторович (US)**

(74) Представитель:
**Поликарпов А.В., Соколова М.В.,
Путинцев А.И., Черкас Д.А., Игнатьев
А.В. (RU)**

(57) В настоящем изобретении предложена фильтрующая среда, содержащая тонковолокнистый материал, содержащий сополимер стирола/акрилонитрила (SAN), и материал-подложку, в которой тонковолокнистый материал расположен на подложке, а также фильтрующий элемент, содержащий указанную фильтрующую среду, и его применение.

B1

037948

037948

B1

Данные о продолжающей заявке

Согласно настоящей заявке испрашивается приоритет в соответствии с предварительной заявкой на выдачу патента США №62/276005, поданной 7 января 2016 г., раскрытие которой включено в данный документ посредством ссылки во всей своей полноте.

Уровень техники

Загрязняющие вещества в корпусе электронного оборудования, таком как корпус жесткого диска, могут снижать эффективность и долговечность компонентов в корпусе. Загрязняющие вещества, включая химические вещества и дисперсные вещества, могут поступать в корпус жесткого диска из внешних источников или образовываться внутри корпуса при изготовлении или использовании. Загрязняющие вещества могут постепенно повреждать диск, что приводит к ухудшению производительности диска и даже полному отказу диска.

Следовательно, системы хранения данных, такие как жесткие диски, обычно содержат один или несколько фильтров, способных удалять или предотвращать поступление дисперсных и/или химических загрязняющих веществ из воздуха внутрь корпуса дискового накопителя. Один тип такого фильтра представляет собой циркуляционный фильтр, который обычно размещают таким образом, что он может отфильтровывать загрязняющие вещества на пути потока воздуха, вызванного вращением одного или нескольких дисков в дисковом накопителе.

Сущность изобретения

В настоящем изобретении предусмотрены тонковолокнистый материал, который содержит сополимер стирола/акрилонитрила (SAN), фильтрующая среда, которая содержит тонковолокнистый материал, и фильтровальные устройства, включая, например, циркуляционный фильтр, который содержит тонковолокнистый материал или фильтрующую среду. В настоящем изобретении дополнительно предусмотрены способы получения и применения тонковолокнистого материала, фильтрующей среды, которая содержит тонковолокнистый материал, и фильтровальных устройств, включая, например, циркуляционный фильтр, который содержит тонковолокнистый материал или фильтрующую среду.

В одном варианте осуществления предусмотрена фильтрующая среда, которая содержит тонковолокнистый материал, содержащий сополимер стирола/акрилонитрила (SAN); и материал-подложку. Тонковолокнистый материал располагается на подложке.

В определенных вариантах осуществления базовый вес тонковолокнистого материала составляет от 5 до 20 г/м², проницаемость тонковолокнистого материала и материала-подложки составляет от 100 футов в минуту (фут/мин) (50,8 см/с) до 1000 фут/мин (508 см/с) при 0,5 дюйма водяного столба (125 Па), и/или эффективность тонковолокнистого материала и материала-подложки составляет от 45 до 99,99% для 0,3-микронных (мкм) частиц диэтилгексилсебацата (DEHS) при 10,5 фут/мин (5,3 см/с).

В определенных вариантах осуществления тонковолокнистый материал образует слой, имеющий некоторую толщину. В определенных вариантах осуществления толщина слоя тонковолокнистого материала составляет менее 1,0 мм. В определенных вариантах осуществления материал-подложка представляет собой тканый материал или представляет собой нетканый материал. В определенных вариантах осуществления материал-подложка предусматривает материал на основе сложного полиэфира.

В определенных вариантах осуществления материал-подложка имеет базовый вес от 45 до 85 г/м², толщину от 0,10 до 0,15 мм и проницаемость от 550 до 750 фут/мин (от 279 до 381 см/с) при 0,5 дюйма водяного столба (125 Па).

В определенных вариантах осуществления материал-подложка представляет собой первый материал-подложку, и тонковолокнистый материал расположен между первым материалом-подложкой и вторым материалом-подложкой.

В определенных вариантах осуществления тонковолокнистый материал расположен между материалом-подложкой и защитным слоем. В определенных вариантах осуществления защитный слой предусматривает полиэтиленовую экструдированную сетку, полиэтиленовый нетканый материал и/или нетканый материал на основе сложного полиэфира. В определенных вариантах осуществления защитный слой характеризуется проницаемостью, которая больше, чем проницаемость материала-подложки. В определенных вариантах осуществления защитный слой характеризуется проницаемостью более 1000 фут/мин (508 см/с) при 0,5 дюйма водяного столба (125 Па).

В определенных вариантах осуществления тонковолокнистый материал представляет собой первый тонковолокнистый материал, и материал-подложка представляет собой первый материал-подложку, и фильтрующая среда дополнительно содержит второй тонковолокнистый материал, содержащий сополимер стирола/акрилонитрила (SAN), и второй материал-подложку. В определенных вариантах осуществления первый тонковолокнистый материал и второй тонковолокнистый материал расположены между первым материалом-подложкой и вторым материалом-подложкой. В определенных вариантах осуществления первый материал-подложка и второй материал-подложка предусматривают один и тот же материал.

В определенных вариантах осуществления фильтрующая среда дополнительно содержит слой, содержащий адсорбирующую среду. В определенных вариантах осуществления слой, содержащий адсорбирующую среду, содержит активированный уголь. В определенных вариантах осуществления слой, содержащий адсорбирующую среду, расположен между первым тонковолокнистым материалом и вторым

тонковолокнистым материалом, и первый тонковолокнистый материал и второй тонковолокнистый материал расположены между первым материалом-подложкой и вторым материалом-подложкой. В определенных вариантах осуществления слой, содержащий адсорбирующую среду, содержит шарики, содержащие активированный уголь.

В определенных вариантах осуществления сополимер стирола/акрилонитрила (SAN) содержит 75% стирола и 25% акрилонитрила. В определенных вариантах осуществления сополимер стирола/акрилонитрила (SAN) содержит от 10 до 90% стирола и от 10 до 90% акрилонитрила.

В определенных вариантах осуществления фильтрующая среда содержит менее 5 мас.% стабилизатора или антиоксиданта. В определенных вариантах осуществления фильтрующая среда не содержит стабилизатора или антиоксиданта.

В другом варианте осуществления настоящего изобретения предусмотрен фильтрующий элемент, который содержит фильтрующую среду, которая содержит тонковолокнистый материал и материал-подложку, описанные в данном документе.

В другом варианте осуществления настоящего изобретения предусмотрен циркуляционный фильтр, который содержит фильтрующую среду, которая содержит тонковолокнистый материал и материал-подложку, описанные в данном документе. В определенных вариантах осуществления циркуляционный фильтр приспособлен для использования в корпусе электронного оборудования.

В другом варианте осуществления настоящего изобретения предусмотрены способы применения циркуляционных фильтров, описанных в данном документе.

В другом варианте осуществления настоящего изобретения предусмотрен способ получения тонких волокон, причем способ включает обеспечение раствора, содержащего сополимер стирола/акрилонитрила (SAN) и органический растворитель, и электропрядение раствора на материал-подложку. В определенных вариантах осуществления расстояние между источником капель и материалом-подложкой составляет по меньшей мере 40 см. В определенных вариантах осуществления органический растворитель предусматривает дихлорэтан.

В данном документе "тонкое" волокно имеет средний диаметр волокна менее 12,5 мкм. Обычно это означает, что образец из множества волокон по настоящему изобретению имеет средний диаметр волокна менее 12,5 мкм. В определенных вариантах осуществления такие волокна имеют средний диаметр не более 11 мкм, не более 10 мкм, не более 6 мкм, не более 5 мкм, не более 2 мкм, не более 1 мкм, не более 0,8 мкм или не более 0,5 мкм. В определенных вариантах осуществления такие волокна имеют средний диаметр, составляющий по меньшей мере 0,05 мкм или по меньшей мере 0,1 мкм. В определенных вариантах осуществления такие волокна характеризуются линейной плотностью, составляющей ниже 1 денье.

Термин "полимер" предусматривает без ограничения органические гомополимеры, сополимеры, такие как, например, блок-, привитые, статистические и чередующиеся сополимеры, а также их смеси и модификации. Кроме того, если специально не ограничено иное, термин "полимер" будет включать все возможные геометрические конфигурации материала. Данные конфигурации предусматривают без ограничения изотактические, синдиотактические и атактические типы симметрии.

Термин "сополимер" включает без ограничения полимер, полученный из двух или более мономеров, включая терполимеры, тетраполимеры и т.д.

Термин "предусматривает" и его варианты не имеют ограничивающего значения, когда данные термины используются в описании и формуле изобретения. Такие термины будут подразумевать включение указанной стадии или элемента или группы стадий или элементов, а не исключение какой-либо другой стадии или элемента или группы стадий или элементов. "Состоящий из" подразумевает "содержащий" и ограничивается тем, что следует за фразой "состоящий из". Таким образом, фраза "состоящий из" указывает на то, что перечисленные элементы требуются или обязательны и что никакие другие элементы не могут присутствовать. "По сути состоящий из" подразумевает содержащий любые элементы, перечисленные после фразы, и ограничивается другими элементами, которые не препятствуют или вносят вклад в активность или действие, определенные в раскрытии для перечисленных элементов. Таким образом, фраза "по сути состоящий из" указывает на то, что перечисленные элементы требуются или обязательны, но что другие элементы необязательны и могут присутствовать или могут не присутствовать в зависимости от того, влияют ли они существенно на активность или действие перечисленных элементов.

Слова "предпочтительный" и "предпочтительно" относятся к вариантам осуществления настоящего изобретения, которые могут обеспечивать определенные преимущества при определенных обстоятельствах. Тем не менее, другие варианты осуществления могут также быть предпочтительны при таких же или других обстоятельствах. Кроме того, перечисление одного или нескольких предпочтительных вариантов осуществления не подразумевает, что другие варианты осуществления непригодны, и не предполагает исключение других вариантов осуществления из объема настоящего изобретения.

Термины, используемые в настоящей заявке в единственном числе, не предназначены для обозначения только одного объекта, а включают общий класс, конкретный пример которого можно использовать для иллюстрации. Термины в единственном числе используются взаимозаменяемо с термином "по меньшей мере один".

Фразы "по меньшей мере один из" и "предусматривает по меньшей мере один из" с последующим

перечнем относятся к любому из элементов в перечне и любой комбинации из двух или более элементов перечня.

При использовании в данном документе термин "или" обычно используется в его обычном смысле, включая "и/или", если в контексте явным образом не указано иное. Термин "и/или" подразумевает один или все из перечисленных элементов или комбинацию любых двух или более из числа перечисленных элементов.

Также в данном документе все числа считаются модифицированными термином "приблизительно" и предпочтительно термином "точно". При использовании в данном документе применительно к измеренному количеству термин "приблизительно" относится к такому изменению измеренного количества, которое будет предполагаться специалистом в данной области, который проводит измерение и использует уровень тщательности, сопоставимый с целью измерения и точностью используемого измерительного оборудования.

Также в данном документе перечисление численных диапазонов при помощи конечных точек предусматривает все числа, находящиеся в пределах данного диапазона, а также конечные точки (например, 1-5 включает 1, 1,5, 2, 2,75, 3, 3,80, 4, 5 и т.д.). В данном документе "не более" какого-либо числа (например, не более 50) включает число (например, 50).

Вышеуказанное краткое описание настоящего изобретения не предназначено для описания каждого раскрытого варианта осуществления или каждого варианта реализации настоящего изобретения. В следующем описании более конкретно показаны иллюстративные варианты осуществления. В некоторых местах в пределах заявки указание предоставлено посредством перечней примеров, примеры из которых могут использоваться в различных комбинациях. В каждом случае указанный перечень выполняет функцию только иллюстративной группы и не должен интерпретироваться в качестве исключительного перечня.

Краткое описание фигур

На фиг. 1 показано влияние различного расстояния между целью и источником капель (TD) на показатель качества. Показатель качества в kPa^{-1} (FOM 1) рассчитывали из проницаемости и эффективности (как дополнительно описано ниже), при этом эффективность измеряли при помощи TSI 3160, испытательного стенда для определения фракционной эффективности, используя 0,3-мкм частицы диэтилгексилсебацата (DEHS) при 10,5 фут/мин (5,3 см/с).

На фиг. 2 показано увеличенное в 1000 раз изображение, полученное при помощи сканирующего электронного микроскопа, для одного варианта осуществления тонковолокнистого материала, описанного в данном документе.

На фиг. 3А показано схематическое изображение одного варианта осуществления фильтрующей среды. На фиг. 3В показано схематическое изображение одного варианта осуществления фильтрующей среды, причем тонковолокнистый материал образует слой и материал-подложка образует слой.

На фиг. 4 показано схематическое изображение одного варианта осуществления фильтрующей среды.

На фиг. 5 показано схематическое изображение одного варианта осуществления фильтрующей среды.

На фиг. 6А показано схематическое изображение одного варианта осуществления фильтрующей среды. На фиг. 6В показано схематическое изображение одного варианта осуществления фильтрующей среды.

На фиг. 7 показано схематическое изображение одного варианта осуществления фильтрующей среды.

На фиг. 8 показано схематическое изображение одного варианта осуществления слоя, содержащего адсорбирующую среду.

На фиг. 9 показано схематическое изображение одного варианта осуществления фильтрующей среды.

На фиг. 10 показано схематическое изображение одного варианта осуществления фильтрующей среды.

На фиг. 11 показан один вариант осуществления циркуляционного фильтра.

Подробное описание иллюстративных вариантов осуществления

В настоящем изобретении предусмотрены тонковолокнистый материал, который содержит сополимер стирола/акрилонитрила (SAN), фильтрующая среда, которая содержит тонковолокнистый материал, и фильтровальные устройства, включая, например, циркуляционный фильтр, который содержит тонковолокнистый материал или фильтрующую среду. В настоящем изобретении дополнительно предусмотрены способы получения и применения тонковолокнистого материала, фильтрующей среды, которая содержит тонковолокнистый материал, и фильтровальных устройств, включая, например, циркуляционный фильтр, который содержит тонковолокнистый материал или фильтрующую среду.

Хотя существующие циркуляционные фильтры могут удалять загрязняющие вещества, некоторые циркуляционные фильтры предусматривают материалы, которые содержат отдельные волокна, которые могут выступать из слоя фильтровального материала, простираясь за пределы наружных слоев фильтрующего элемента и далее в корпус электронного оборудования. Данные выступающие элементы могут вызывать повреждение дискового накопителя, включая, например, царапины на поверхности накопителя. Кроме того, некоторые существующие циркуляционные фильтры содержат полипропилен, который может приводить к образованию дисперсных загрязняющих веществ, или стабилизаторы, которые применяют в ходе тепловой экструзии пластмасс, включенных в фильтр, но могут приводить к образованию

парообразных загрязняющих веществ.

В настоящем изобретении предусмотрены улучшенные циркуляционные фильтры для применения в корпусах электронного оборудования, которые ограничивают или уменьшают проникновение фильтровального материала за пределы фильтрующего материала и в корпус электронного оборудования, устраняют необходимость добавления стабилизаторов и устраняют присутствие полипропилена.

Фильтрующая среда и циркуляционные фильтры

В настоящем изобретении описана фильтрующая среда, которая содержит тонковолокнистый материал, который содержит сополимер стирола/акрилонитрила (SAN), и материал-подложку. Тонковолокнистый материал и/или фильтрующую среду можно включать в фильтровальное устройство, такое как, в некоторых вариантах осуществления, циркуляционный фильтр. Примеры таких циркуляционных фильтров описаны в патентах США №№5997618; 8885291 и 9153291.

Предпочтительно тонковолокнистый материал присутствует в виде слоя, содержащего длинные мономерные волокна, которые не были чесаны. Такая структура способствует предотвращению выпячивания волокон или волокон из тонковолокнистого слоя, такого как выпячивание, наблюдаемое для слоев, содержащих более короткие волокна, которые были чесаны с образованием слоя волокон. В вариантах осуществления, где фильтрующая среда включена в циркуляционный фильтр, длинная мономерная структура может способствовать предотвращению выхода тонковолокнистого материала за пределы фильтровального устройства и в корпус электронного оборудования. Изображение одного варианта осуществления тонковолокнистого материала, описанного в данном документе, демонстрирующего мономерную структуру, можно увидеть на фиг. 2.

В фильтрующей среде, описанной в данном документе, тонковолокнистые материалы расположены на (обычно они образованы на или приклеены к) материалу-подложке (т.е. фильтрующей подложке, подложке для фильтрации или газовой ткани). В качестве материала-подложки можно применять подложки из натуральных волокон и подложки из синтетических волокон. Примеры включают подложки или ткани, полученные по технологии спанбонд или мелтблаун, тканые и нетканые материалы из синтетических волокон, целлюлозные материалы и стекловолнока. Пластмассовые сетчатые материалы, включая экструдированные, тисненые, полученные формованием с раздувом и/или имеющие вырубные отверстия, представляют собой другие примеры материалов-подложек, как и мембраны для ультрафильтрации (UF) и микрофильтрации (MF) из органических полимеров. Примеры синтетических тканых материалов включают тканые материалы на основе сложного полиэфира, полиэтиленовые тканые и нейлоновые тканые материалы. Примеры синтетических нетканых материалов включают нетканые материалы на основе сложного полиэфира, нейлоновые нетканые, акриловые нетканые, полиолефиновые (например, полипропиленовые или полиэтиленовые) нетканые материалы или смешанные нетканые материалы. Листовые подложки (например, целлюлозные и/или синтетические нетканые полотна) являются обычной формой материала-подложки. Форма и структура материала-подложки, фильтрующей среды и/или фильтровального устройства, тем не менее, обычно выбираются инженером-конструктором и зависят от конкретного применения для фильтрации.

Фильтрующая среда согласно настоящему изобретению содержит материал-подложку, причем тонковолокнистый материал расположен на материалу-подложке. Материал-подложка может иметь поверхность, и тонковолокнистый материал может предпочтительно располагаться на поверхности материала-подложки, как показано в одном варианте осуществления на фигуре 3А. В предпочтительном варианте осуществления материал-подложка представляет собой газовую ткань.

В некоторых вариантах осуществления базовый вес тонковолокнистого материала в фильтрующей среде составляет от 5 до 20 г/м², от 5 до 12,5 г/м², от 9 до 20 г/м² или от 5 до 12,5 г/м². В некоторых вариантах осуществления базовый вес тонковолокнистого материала в фильтрующей среде составляет по меньшей мере 5 г/м² или по меньшей мере 9 г/м². В некоторых вариантах осуществления тонковолокнистого материала базовый вес тонковолокнистого материала в фильтрующей среде составляет не более 12,5 г/м², не более 15 г/м², не более 18 г/м² или не более 20 г/м².

В некоторых вариантах осуществления проницаемость тонковолокнистого материала и материала-подложки в фильтрующей среде составляет от 100 фут/мин (50,8 см/с) до 1000 фут/мин (508 см/с) при 0,5 дюйма водяного столба (125 Па), предпочтительно от 140 фут/мин (71,1 см/с) до 400 фут/мин (203 см/с) при 0,5 дюйма водяного столба (125 Па), более предпочтительно от 140 фут/мин (71,1 см/с) до 250 фут/мин (127 см/с) при 0,5 дюйма водяного столба (125 Па) или от 140 фут/мин (71,1 см/с) до 200 фут/мин (102 см/с) при 0,5 дюйма водяного столба (125 Па). В некоторых вариантах осуществления проницаемость тонковолокнистого материала и материала-подложки в фильтрующей среде составляет по меньшей мере 100 фут/мин или по меньшей мере 140 фут/мин. В некоторых вариантах осуществления проницаемость тонковолокнистого материала и материала-подложки в фильтрующей среде составляет не более 200 фут/мин, не более 250 фут/мин, не более 400 фут/мин или не более 1000 фут/мин.

В некоторых вариантах осуществления эффективность тонковолокнистого материала и материала-подложки в фильтрующей среде составляет от 45 до 99,99%, предпочтительно от 45 до 96% для 0,3-мкм частиц при 10,5 фут/мин (5,3 см/с). В предпочтительном варианте осуществления частицы представляют собой 0,3-мкм частицы диэтилгексилсебацата (DEHS). В некоторых вариантах осуществления эффек-

тивность тонковолокнистого материала и материала-подложки в фильтрующей среде составляет по меньшей мере 45%. В некоторых вариантах осуществления эффективность тонковолокнистого материала и материала-подложки в фильтрующей среде составляет не более 96%, не более 99% или не более 99,99%.

В предпочтительном варианте осуществления тонковолокнистый материал образует слой, расположенный на материале-подложке, как показано в одном варианте осуществления на фиг. 3В. Толщина слоя тонковолокнистого материала может составлять не более 0,15 мм, не более 0,3 мм, не более 0,6 мм или не более 1,0 мм. В некоторых вариантах осуществления толщина тонковолокнистого материала может составлять по меньшей мере 0,05 мм. В некоторых вариантах осуществления толщина тонковолокнистого материала может составлять от 0,05 до 0,15 мм.

В некоторых вариантах осуществления толщина слоя тонковолокнистого материала и материала-подложки в фильтрующей среде составляет $2,5 \pm 0,5$ мм, более предпочтительно $2,5 \pm 0,2$ мм.

Предпочтительно материал-подложка содержит волокна, имеющие средний диаметр, составляющий по меньшей мере 10 мкм, более предпочтительно по меньшей мере 30 мкм и еще более предпочтительно по меньшей мере 40 мкм. В некоторых вариантах осуществления волокна предпочтительно имеют средний диаметр не более 55 мкм. В некоторых вариантах осуществления волокна предпочтительно имеют средний диаметр 50 ± 5 мкм.

Также предпочтительно материал-подложка предусматривает среду с базовым весом, составляющим не более 260 г на квадратный метр ($\text{г}/\text{м}^2$) и более предпочтительно не более $150 \text{ г}/\text{м}^2$. Предпочтительно подложка предусматривает среду с базовым весом, составляющим по меньшей мере $0,5 \text{ г}/\text{м}^2$, по меньшей мере $2 \text{ г}/\text{м}^2$ или по меньшей мере $5 \text{ г}/\text{м}^2$, или более предпочтительно по меньшей мере $8 \text{ г}/\text{м}^2$. В некоторых вариантах осуществления базовый вес подложки может составлять не более $75 \text{ г}/\text{м}^2$, не более $80 \text{ г}/\text{м}^2$, не более $90 \text{ г}/\text{м}^2$ или не более $95 \text{ г}/\text{м}^2$. В некоторых вариантах осуществления базовый вес подложки может составлять от 40 до $95 \text{ г}/\text{м}^2$, от 50 до $85 \text{ г}/\text{м}^2$, от 50 до $80 \text{ г}/\text{м}^2$, а в некоторых вариантах осуществления от 58 до $75 \text{ г}/\text{м}^2$.

Предпочтительно материал-подложка образует слой, и слой материала-подложки составляет по меньшей мере 0,10 мм в толщину и более предпочтительно составляет по меньшей мере 0,12 мм в толщину. В некоторых вариантах осуществления слой материала-подложки может составлять по меньшей мере 0,1 мм в толщину, 0,12 мм в толщину, 0,15 мм в толщину или 0,17 мм в толщину. Предпочтительно слой материала-подложки составляет не более 0,3 мм в толщину. В некоторых вариантах осуществления слой материала-подложки может составлять не более 0,2 мм в толщину, 0,25 мм в толщину, 0,3 мм в толщину или 0,4 мм в толщину. Обычно и предпочтительно слой материала-подложки составляет от 0,10 до 0,15 мм в толщину. В некоторых вариантах осуществления материал-подложка, при оценке отдельно от остальной части фильтрующей среды, предпочтительно характеризуется проницаемостью по Фрейзеру (разность давлений установлена на 0,5 дюйма водяного столба), составляющей по меньшей мере 550 фут/мин (279 см/с). В некоторых вариантах осуществления материал-подложка предпочтительно характеризуется проницаемостью по Фрейзеру (разность давлений установлена на 0,5 дюйма водяного столба), составляющей не более 750 фут/мин (381 см/с). В некоторых вариантах осуществления материал-подложка характеризуется проницаемостью по Фрейзеру (разность давлений установлена на 0,5 дюйма водяного столба), составляющей 650 фут/мин (330 см/с).

В некоторых вариантах осуществления фильтрующая среда согласно настоящему изобретению может содержать защитный слой. Защитный слой может обеспечивать защиту тонковолокнистому материалу, например, от трения или истирания при транспортировке тонковолокнистого материала и/или при изготовлении фильтрующего элемента. Фильтрующая среда может содержать один защитный слой, или первый защитный слой и второй защитные слои, или более двух защитных слоев. В некоторых вариантах осуществления слой тонковолокнистого материала предпочтительно расположен между защитным слоем и материалом-подложкой, как показано в одном варианте осуществления на фиг. 4. В некоторых вариантах осуществления слой тонковолокнистого материала предпочтительно расположен между защитным слоем и газовой тканью.

Защитный слой может содержать тканый, нетканый и/или экструдированный материал. В некоторых вариантах осуществления защитный слой можно наносить на тонковолокнистый материал, включая, например, слой тонковолокнистого материала, после его образования. В некоторых вариантах осуществления защитный слой предусматривает бумагу; полиэтилен (PE), включая, например, полиэтиленовую экструдированную сетку или полиэтиленовый нетканый материал; пленку на основе сложного полиэфира, включая, например, полиэтилентерефталат (PET), доступный под торговым наименованием MYLAR; и/или среду из сложного полиэфира, полученную по технологии спанбонд.

В некоторых вариантах осуществления защитный слой можно удалять с тонковолокнистого материала перед включением фильтрующей среды в фильтровальное устройство. В предпочтительном варианте осуществления защитный слой не удаляют с тонковолокнистого материала перед включением фильтрующей среды в фильтровальное устройство. В варианте осуществления, где защитный слой не удаляют с тонковолокнистого материала перед включением фильтрующей среды в фильтровальное устройство,

защитный слой предпочтительно характеризуется проницаемостью, которая больше, чем проницаемость материала-подложки. Например, защитный слой может характеризоваться проницаемостью более 800 фут/мин, предпочтительно более 1000 фут/мин. В некоторых вариантах осуществления защитный слой может характеризоваться проницаемостью не более 1500 фут/мин или не более 2000 фут/мин. В варианте осуществления, где защитный слой не удаляют с тонковолоконного материала перед включением тонковолоконного материала в фильтровальное устройство, защитный слой может предпочтительно содержать, например, материал на основе сложного полиэфира, полученный по технологии спанбонд, включая, например, продукты, доступные под торговыми названиями REEMAY и MOPET и еще более предпочтительно - REEMAY Style# 2004, нетканый материал на основе сложного полиэфира, полученный по технологии спанбонд. В некоторых вариантах осуществления защитный слой содержит полиэтиленовую экструдированную сетку, например продукт, доступный под торговым названием DELNET X220.

Способы формирования тонковолоконного материала

В некоторых вариантах осуществления способы, описанные в данном документе, можно применять с фильтрующей средой, описанной выше.

Тонковолоконный материал можно формировать любым подходящим способом, который обеспечивает формирование тонких волокон. В предпочтительных вариантах осуществления тонковолоконный материал по настоящему изобретению можно предпочтительно получать с применением способа электропрядения. Подходящее устройство для электропрядения для формирования тонких волокон содержит резервуар, в котором содержится образующий тонкие волокна раствор, и испускающее устройство, которое обычно состоит из множества смещенных отверстий. По мере того как раствор выкачивают из отверстия в место, окруженное электростатическим полем, капля раствора на испускающем устройстве ускоряется электростатическим полем в направлении собирающей среды. Испускающее раствор устройство, которое содержит отверстия, может быть стационарным или может перемещаться в пространстве. Движение может быть, например, вращательным или возвратно-поступательным. Решетка, на которой расположена собирающая среда (т.е. материал-подложка, объединенная подложка и/или газовая ткань), повернута к источнику капель, но находится на расстоянии от него. Воздух можно продувать через решетку. Высокий потенциал поддерживают между источником капель и решеткой посредством подходящего источника напряжения. Материал-подложка расположен между источником капель и решеткой для сбора волокна.

В частности, потенциал между решеткой и источником капель придает заряд материалу, что вызывает испускание из него жидкости в виде тонких волокон, которые вытягивают в направлении решетки, где они достигают подложки и собираются на ней. В случае полимерного раствора часть растворителя испаряется с волокон в ходе их полета к подложке. Тонкие волокна связываются с материалом-подложкой по мере того, как растворитель продолжает испаряться и волокно высыхает. Электростатический потенциал выбирают таким образом, чтобы убедиться в том, что по мере того, как полимерный материал ускоряется от источника капель до собирающей среды, ускорение является достаточным для преобразования полимерного материала в очень тонкую микроволоконную или нановолоконную структуру. Повышение или снижение скорости перемещения собирающей среды может обеспечивать большее или меньшее осаждение испускаемых волокон на формирующем материале, при этом обеспечивая, таким образом, контроль толщины каждого слоя, расположенного на нем.

Полимерный материал (например, один полимер или смесь полимеров) выбирают таким образом, что его можно объединять в раствор или дисперсию или в расплав. В некоторых вариантах осуществления полимерный материал содержит сополимер SAN. В некоторых вариантах осуществления предпочтительно единственный полимер, включенный в полимерный материал, представляет собой сополимер SAN. В предпочтительных вариантах осуществления полимерный материал не содержит полипропилен. В некоторых вариантах осуществления полимер содержит менее 5 мас.%, менее 2, менее 1, менее 0,05 или менее 0,01 мас.% полипропилена. В некоторых вариантах осуществления предпочтительно единственные полимеры, включенные в сополимер SAN, представляют собой акрилонитрил и стирол. Сополимер SAN может содержать различные количества акрилонитрила и стирола, включая, например, 50% акрилонитрила и 50% стирола; 40% акрилонитрила и 60% стирола; 30% акрилонитрила и 70% стирола; 20% акрилонитрила и 80% стирола и 10% акрилонитрила и 90% стирола.

В некоторых вариантах осуществления сополимер SAN содержит по меньшей мере 5% акрилонитрила, по меньшей мере 10% акрилонитрила, по меньшей мере 20% акрилонитрила, по меньшей мере 25% акрилонитрила, по меньшей мере 30% акрилонитрила, по меньшей мере 40% акрилонитрила или по меньшей мере 50% акрилонитрила. В некоторых вариантах осуществления сополимер SAN содержит не более 10% акрилонитрила, не более 20% акрилонитрила, не более 25% акрилонитрила, не более 30% акрилонитрила, не более 40% акрилонитрила, не более 50% акрилонитрила, не более 60% акрилонитрила, не более 70% акрилонитрила, не более 80% акрилонитрила или не более 90% акрилонитрила.

В некоторых вариантах осуществления сополимер SAN содержит по меньшей мере 5% стирола, по меньшей мере 10% стирола, по меньшей мере 20% стирола, по меньшей мере 25% стирола, по меньшей мере 30% стирола, по меньшей мере 40% стирола, по меньшей мере 50% стирола, по меньшей мере 60% стирола, по меньшей мере 70% стирола или по меньшей мере 80% стирола. В некоторых вариантах осу-

шествования сополимер SAN содержит не более 50% стирола, не более 60% стирола, не более 70% стирола, не более 75% стирола, не более 80% стирола или не более 90% стирола. В предпочтительном варианте осуществления сополимер SAN содержит 25% акрилонитрила и 75% стирола.

В некоторых вариантах осуществления сополимер стирола/акрилонитрила (SAN) содержит от 10 до 90% стирола и от 10 до 90% акрилонитрила.

Для волокна, полученного из сополимера SAN, плотность волокна составляет $1080 \text{ кг/м}^3 \pm 6,5\%$. Для волокна, полученного из сополимера SAN, содержащего 25% акрилонитрила и 75% стирола, плотность волокна составляет 1080 кг/м^3 . Таким образом, волокно, имеющее диаметр 11,4 мкм, имеет линейную плотность примерно 1 денье (определенную как масса в граммах на 9000 м). Обычно в случае волокна, полученного из сополимера SAN, содержащего 25% акрилонитрила и 75% стирола, тонкое волокно имеет линейную плотность менее 1 денье, предпочтительно менее 0,5 денье или более предпочтительно менее 2 дециденье.

В некоторых вариантах осуществления тонкие волокна предпочтительно формируют без применения стабилизаторов и/или антиоксидантов, включая, например, соединения, доступные под торговым названием IRGAFOS, включая, например, соединения, доступные от Ciba под торговым названием IRGAFOS 168 (трис(2,4-ди-трет-бутилфенил)фосфит); или соединения, доступные от Ciba под торговым названием IRGANOX 1010 (пентаэритрит-тетраakis-3-(3,5-ди-трет-бутил-4-гидроксифенил)пропионат) и т.д. В некоторых вариантах осуществления фильтрующая среда, содержащая тонкие волокна, содержит менее 5, менее 2, менее 1, менее 0,05 или менее 0,01 мас.% стабилизатора и/или антиоксидантов. В некоторых вариантах осуществления фильтрующая среда, содержащая тонкие волокна, содержит менее 5, менее 2, менее 1, менее 0,05 или менее 0,01 мас.% трис(2,4-ди-трет-бутилфенил)фосфита и/или пентаэритрит-тетраakis-3-(3,5-ди-трет-бутил-4-гидроксифенил)пропионата.

В некоторых вариантах осуществления полимерные материалы объединяют в растворе. В некоторых вариантах осуществления полимерные материалы объединяют в растворе, содержащем органический растворитель, предпочтительно хлорированный растворитель. В предпочтительном варианте осуществления полимерные материалы объединяют в растворе, содержащем в качестве растворителя дихлорэтан. Дихлорэтан может предусматривать, например, 1,1-дихлорэтан (этилендихлорид) и/или 1,2-дихлорэтан (этилендихлорид). Без ограничения какой-либо теорией считается, что применение дихлорэтана обеспечивает образование более жестких волокон по сравнению с применением растворителей с более высокой температурой кипения, таких как бутилацетат.

В некоторых вариантах осуществления проводимость раствора составляет по меньшей мере 4×10^{-6} или по меньшей мере $3 \times 10^{-6} \text{ Ом}^{-1}/\text{см}$. В некоторых вариантах осуществления проводимость раствора составляет не более 4×10^{-5} или не более $3 \times 10^{-5} \text{ Ом}^{-1}/\text{см}$. В некоторых вариантах осуществления проводимость раствора составляет $2 \times 10^{-5} \text{ Ом}^{-1}/\text{см}$.

В некоторых вариантах осуществления электростатический потенциал составляет от 60 до 120 кВ, от 70 до 110 кВ или от 80 до 100 кВ. В некоторых вариантах осуществления электростатический потенциал составляет по меньшей мере 60 кВ, по меньшей мере 70 кВ, по меньшей мере 80 кВ или по меньшей мере 85 кВ. В некоторых вариантах осуществления электростатический потенциал составляет не более 95, не более 100, не более 110 или не более 120 кВ. В некоторых вариантах осуществления электростатический потенциал составляет 90 кВ.

В ходе электропрядения полимерный материал ускоряется от источника капель до материала-подложки и/или собирающей среды. В определенных вариантах осуществления расстояние между источником капель и материалом-подложкой составляет по меньшей мере 20 см, по меньшей мере 30 см, по меньшей мере 40 см или по меньшей мере 45 см. Например, расстояние между источником капель и материалом-подложкой может составлять от 45 до 50 см или предпочтительно от 45 до 48 см. В определенных вариантах осуществления расстояние между источником капель и материалом-подложкой составляет не более 45, не более 48, не более 50 или не более 60 см. В определенных вариантах осуществления расстояние между источником капель и подложкой составляет 45 см. Без ограничения какой-либо теорией считается, что расстояние между источником капель и подложкой влияет на ориентацию волокон на материале-подложке. Хотя более короткое расстояние, такое как, например, от 30 до 35 см, обеспечивает ориентацию волокон параллельно материалу-подложке, увеличение расстояния между источником капель и материалом-подложкой обеспечивает повышение доли волокон, ориентированных перпендикулярно материалу-подложке.

Тонкие волокна можно собирать на материале-подложке с формированием тонковолокнистого материала. В некоторых вариантах осуществления тонкие волокна можно собирать на материале-подложке, включая волокна с диаметром более 10 мкм. В некоторых вариантах осуществления тонкие волокна предпочтительно собирают на газовую ткань в ходе образования волокон. Предпочтительно тонковолокнистый материал, расположенный на поверхности материала-подложки и/или газовой ткани, образует слой. Также в определенных вариантах осуществления слой тонковолокнистого материала, расположенный на поверхности материала-подложки, имеет общую толщину, которая составляет не более 1,0 мм, предпочтительно не более 0,6 мм, более предпочтительно не более 0,3 мм и наиболее предпочтительно

не более 0,2 мм. В определенных вариантах осуществления тонковолокнистый слой имеет толщину, составляющую по меньшей мере 0,05 мм.

Тонковолокнистый слой или тонковолокнистый слой и материал-подложка могут быть изготовлены в виде фильтровального устройства (т.е. фильтрующего элемента или элемента для фильтрации), включая, например, циркуляционный фильтр. Примеры таких циркуляционных фильтров описаны в патентах США №№5997618; 8885291 и 9153291. Форма и структура фильтровального устройства, тем не менее, обычно выбираются инженером-конструктором и зависят от конкретного применения для фильтрации.

Например, в некоторых вариантах осуществления фильтрующая среда может содержать тонковолокнистый материал, который расположен между первым материалом-подложкой и вторым материалом-подложкой, как показано в одном варианте осуществления на фиг. 5. Первый материал-подложка и второй материал-подложка могут быть одним и тем же материалом или различными материалами.

В некоторых вариантах осуществления фильтрующая среда может содержать первый тонковолокнистый материал, который содержит сополимер SAN, и второй тонковолокнистый материал, который содержит сополимер SAN. Первый тонковолокнистый материал и второй тонковолокнистый материал могут в некоторых вариантах осуществления располагаться между первым материалом-подложкой и вторым материалом-подложкой и/или первым материалом, представляющим собой газовую ткань, и вторым материалом, представляющим собой газовую ткань, как показано в одном варианте осуществления на фиг. 6A. В некоторых вариантах осуществления фильтрующая среда дополнительно содержит третий материал-подложку и первый тонковолокнистый материал расположен между первым материалом-подложкой и вторым материалом-подложкой, а второй тонковолокнистый материал расположен между вторым материалом-подложкой и третьим материалом-подложкой, как показано в одном варианте осуществления на фиг. 6B. Первый материал-подложка, второй материал-подложка и/или третий материал-подложка могут быть одним и тем же материалом или различными материалами.

В некоторых вариантах осуществления фильтрующая среда может дополнительно содержать дополнительные слои, включая, например, слой, содержащий адсорбирующую среду. В одном иллюстративном варианте осуществления слой, содержащий адсорбирующую среду, может располагаться между первым тонковолокнистым материалом и вторым тонковолокнистым материалом. В некоторых вариантах осуществления может быть предпочтительным расположение слоя, содержащего адсорбирующую среду, между первым тонковолокнистым материалом и вторым тонковолокнистым материалом и расположение первого тонковолокнистого материала и второго тонковолокнистого материала между первым материалом-подложкой и вторым материалом-подложкой, как показано в одном варианте осуществления на фиг. 7 и в одном варианте осуществления циркуляционного фильтра на фиг. 11.

Слой, содержащий адсорбирующую среду, может обеспечиваться для удаления химических загрязняющих веществ. Слой, содержащий адсорбирующую среду, может содержать один слой или может содержать больше одного слоя, причем по меньшей мере один слой содержит адсорбирующую среду. Адсорбирующая среда обычно удаляет загрязняющие вещества из воздуха, поступающего в атмосферу корпуса, либо путем адсорбции, либо абсорбции. При использовании в данной заявке термины "адсорбировать", "адсорбция", "адсорбент" и подобные также предназначены для включения механизма абсорбции. Обычно адсорбирующую среду выбирают стабильной и адсорбирующей загрязняющие вещества при нормальных значениях температуры эксплуатации дискового накопителя. В некоторых вариантах осуществления нормальные значения температуры эксплуатации могут составлять по меньшей мере -40°C , по меньшей мере -20°C , по меньшей мере 0°C или по меньшей мере 10°C . В некоторых вариантах осуществления нормальные температуры эксплуатации могут составлять не более 50, не более 60, не более 70, не более 80 или не более 90°C .

Адсорбирующая среда может адсорбировать один или несколько типов загрязняющих веществ, включая, например, воду, водяной пар, кислый газ и летучие органические соединения. Фильтрующий элемент, содержащий слой адсорбирующей среды и/или абсорбирующей среды, может содержать материал физического сорбента или хемосорбента, такой как, например, десикант (т.е. материал, который адсорбирует или абсорбирует воду или водяной пар), или материал, который адсорбирует или абсорбирует летучие органические соединения, кислый газ или и то и другое. Подходящие адсорбирующие материалы включают, например, активированный уголь, пропитанный уголь, активированный оксид алюминия, молекулярные сита, силикагель и диоксид кремния. Данные материалы или неадсорбирующую подложку можно объединять или пропитывать, например, перманганатом калия, карбонатом кальция, карбонатом калия, карбонатом натрия, сульфатом кальция или их смесями. Хотя адсорбирующая среда может представлять собой один адсорбирующий материал, также пригодны смеси материалов, например силикагель можно смешивать с частицами угля. В некоторых вариантах осуществления адсорбирующая среда содержит слои или комбинации адсорбирующего материала, таким образом, различные загрязняющие вещества селективно удаляются по мере того, как они проходят через различные адсорбирующие материалы или с помощью различных адсорбирующих материалов.

Адсорбирующая среда может представлять собой порошок (например, порошок, который проходит через 100 меш) или гранулированный материал (от 28 до 200 меш). В качестве альтернативы адсорби-

рующая среда может обеспечиваться в таком виде как гранула, шарик или таблетка, которым необязательно можно придавать форму. Адсорбирующая среда может иметь ряд форм. Например, формованная адсорбирующая среда может иметь форму диска, таблетки, пластины, цилиндра, параллелепипеда или куба.

Размер формованной адсорбирующей среды может зависеть от таких факторов как, например, размер устройства, в котором следует использовать фильтрующую среду, объем жидкости, которая подлжет фильтрации, ожидаемый срок службы фильтра в сборе и плотность фильтрующей среды.

Формованная адсорбирующая среда может быть образована из свободнотекучего дисперсного материала, объединенного с твердым или жидким связующим, который затем формуют в малосыпучее изделие. Формованную адсорбирующую среду можно получать, например, формованием (например, прямым прессованием в форме или литьевым формованием) или с помощью способа экструзии. Адсорбирующую среду можно располагать, например путем нанесения покрытия или адсорбции, на подложке.

Предпочтительно состав формованной адсорбирующей среды содержит по меньшей мере приблизительно 70% по весу и обычно не более приблизительно 98% по весу адсорбирующей среды. В некоторых случаях формованная адсорбирующая среда содержит от 85 до 95%, предпочтительно примерно 90% по весу адсорбирующей среды. Формованная адсорбирующая среда обычно содержит не менее приблизительно 2% по весу связующего и не более приблизительно 30% по весу связующего. Дополнительная информация касательно антиадгезионной смазки, других добавок и методик формования обсуждается в патентах США №№5876487, 6146446 и 6168651.

В некоторых вариантах осуществления слой, содержащий адсорбирующую среду, содержит пористый слой-подложку, и адсорбирующая среда располагается на пористом слое-подложке, как показано в одном варианте осуществления на фиг. 8. Например, сетку или газовую ткань можно применять в качестве пористого слоя-подложки для удержания адсорбирующей среды. Сложный полиэфир и другие подходящие материалы (такие как полипропилен, полиэтилен, нейлон и PTFE) можно применять в качестве сетки или газовой ткани. Пористый слой-подложку можно применять в качестве основы, на которой располагается адсорбирующая среда, или пористый слой-подложку можно обеспечивать на или вокруг наружной стороны массы адсорбирующей среды для удержания материала вместе или для предотвращения или снижения потери адсорбирующей среды, например из-за хлопьеобразования. Необязательно адсорбирующую среду можно размещать на пористом слое-подложке, используя, например, клей.

В некоторых вариантах осуществления слой, содержащий адсорбирующую среду, предпочтительно содержит активированный уголь. В предпочтительном варианте осуществления слой, содержащий адсорбирующую среду, содержит шарики активированного угля, прикрепленные к пористому слою-подложке. В некоторых вариантах осуществления слой, содержащий адсорбирующую среду, имеет толщину, составляющую по меньшей мере 1 мм, по меньшей мере 1,2 мм, по меньшей мере 1,3 мм или по меньшей мере 1,4 мм. В некоторых вариантах осуществления слой, содержащий адсорбирующую среду, имеет толщину не более 1,5, не более 1,6, не более 1,8 или не более 2 мм.

В некоторых вариантах осуществления фильтрующая среда может содержать тонковолокнистый материал, который содержит сополимер SAN, материал-подложку и защитный слой. В некоторых вариантах осуществления предпочтительно, чтобы тонковолокнистый материал располагался между материалом-подложкой и защитным слоем. Фильтрующая среда может дополнительно содержать второй тонковолокнистый материал, который содержит сополимер SAN, второй материал-подложку и второй защитный слой. В некоторых вариантах осуществления предпочтительно, чтобы первый тонковолокнистый материал располагался между первым защитным слоем и первым материалом-подложкой и второй тонковолокнистый материал располагался между вторым защитным слоем и вторым материалом-подложкой, как показано в одном варианте осуществления на фиг. 9.

В некоторых вариантах осуществления фильтрующая среда содержит слой, содержащий адсорбирующую среду, и слой, содержащий адсорбирующую среду, может располагаться между первым защитным слоем и вторым защитным слоем, причем первый тонковолокнистый материал может располагаться между первым защитным слоем и первым материалом-подложкой и второй тонковолокнистый материал может располагаться между вторым защитным слоем и вторым материалом-подложкой, как показано в одном варианте осуществления на фиг. 10. Слой, содержащий адсорбирующую среду, может иметь такую же или аналогичную длину и ширину, что и слой тонковолокнистого материала, слой материала-подложки и/или защитный слой; например, слой, содержащий адсорбирующую среду, может находиться между первым защитным слоем и вторым защитным слоем и может быть одинаковым по протяженности с первым защитным слоем и вторым защитным слоем. В некоторых вариантах осуществления, тем не менее, слой, содержащий адсорбирующую среду, может не быть одинаковым по протяженности со слоем тонковолокнистого материала, слоем материала-подложки и/или защитным слоем. Например, слой, содержащий адсорбирующую среду, может иметь длину и/или ширину, которые меньше, чем длина и/или ширина тонковолокнистого материала, слоя материала-подложки и/или защитного слоя. Слой, содержащий адсорбирующую среду, может находиться между первым защитным слоем и вторым защитным слоем и может иметь длину и ширину, которые меньше, чем длина и ширина первого защитного слоя и длина и ширина второго защитного слоя.

В некоторых вариантах осуществления фильтрующая среда включена в фильтровальное устройст-

во, такое как циркуляционный фильтр. Циркуляционный фильтр, содержащий фильтрующую среду, описанную в данном документе, предпочтительно обеспечивает сравнимое время очистки от частиц (PCU) и значения скорости удаления частиц с циркуляционными фильтрами, используемыми в настоящее время при производстве дисковых накопителей. Например, время для удаления в общей сложности 90% находящихся выше по потоку частиц из накопителя может составлять от 5 до 30 с, более предпочтительно от 9 до 13 с. В некоторых вариантах осуществления время для удаления в общей сложности 90% находящихся выше по потоку частиц из накопителя может составлять по меньшей мере 5, по меньшей мере 6, по меньшей мере 7, по меньшей мере 8 или по меньшей мере 9 с. В некоторых вариантах осуществления время для удаления в общей сложности 90% находящихся выше по потоку частиц из накопителя может составлять не более 13, не более 15, не более 20 или не более 30 с. Размер частиц можно оценивать, используя 0,1-мкм частицы полистирола.

В некоторых вариантах осуществления циркуляционный фильтр можно применять, например, для очистки воздуха в корпусе электронного оборудования, включая, например, корпус жесткого диска. Например, циркуляционный фильтр можно применять для удаления определенных органических паров, образующихся из загрязняющих веществ, определенных дисперсных загрязняющих веществ или и того и другого. В предпочтительном варианте осуществления определенные дисперсные загрязняющие вещества и паровые загрязняющие вещества удаляют из среды внутри корпуса жесткого диска и не высвобождают в поток воздуха при нормальных условиях эксплуатации дискового накопителя.

Фильтрующая среда, описанная в данном документе, может иметь показатель качества, меру производительности фильтрующей среды и способности фильтрующей среды к обеспечению определенного уровня очистки потока с минимумом используемой энергии. В некоторых вариантах осуществления показатель качества фильтрующей среды может составлять от 500 до 2000 (см/с)/(см рт.ст.) или от 800 до 1700 (см/с)/(см рт.ст.) при 0,3 мкм и 10,5 фут/мин (5,3 см/с). В некоторых вариантах осуществления показатель качества фильтрующей среды может составлять по меньшей мере 500 или по меньшей мере 800 (см/с)/(см рт.ст.) при 0,3 мкм и 10,5 фут/мин (5,3 см/с). В некоторых вариантах осуществления показатель качества фильтрующей среды может составлять не более 1700 или не более 2000 (см/с)/(см рт.ст.) при 0,3 мкм и 10,5 фут/мин (5,3 см/с).

В некоторых вариантах осуществления показатель качества тонковолокнистого материала и материала-подложки может составлять от 500 до 2000 (см/с)/(см рт.ст.), от 500 до 1700 (см/с)/(см рт.ст.), от 800 до 1700 (см/с)/(см рт.ст.) или от 500 до 1500 (см/с)/(см рт.ст.) при 0,3 мкм и 10,5 фут/мин (5,3 см/с). В некоторых вариантах осуществления показатель качества тонковолокнистого материала и материала-подложки может составлять по меньшей мере 500 или по меньшей мере 800 (см/с)/(см рт.ст.) при 0,3 мкм и 10,5 фут/мин (5,3 см/с). В некоторых вариантах осуществления показатель качества тонковолокнистого материала и материала-подложки может составлять не более 1700 или не более 2000 (см/с)/(см рт.ст.) при 0,3 мкм и 10,5 фут/мин (5,3 см/с).

В некоторых вариантах осуществления показатель качества тонковолокнистого материала, материала-подложки и защитного слоя может составлять от 500 до 2000 (см/с)/(см рт.ст.) или от 1000 до 2000 (см/с)/(см рт.ст.) при 0,3 мкм и 10,5 фут/мин (5,3 см/с). В некоторых вариантах осуществления показатель качества тонковолокнистого материала, материала-подложки и защитного слоя может составлять по меньшей мере 500 или по меньшей мере 800 (см/с)/(см рт.ст.) при 0,3 мкм и 10,5 фут/мин (5,3 см/с). В некоторых вариантах осуществления показатель качества тонковолокнистого материала, материала-подложки и защитного слоя может составлять не более 1700 или не более 2000 (см/с)/(см рт.ст.) при 0,3 мкм и 10,5 фут/мин (5,3 см/с).

Следует понимать, что могут быть использованы другие варианты осуществления изобретения и могут быть внесены конструктивные изменения, не выходящие за пределы (например, все еще попадающие в) объема настоящего изобретения, представленного в данном документе.

Специалисту в данной области техники будет очевидно, что элементы (например, устройство, структуры, части, доли, области, конфигурации, функциональные возможности, стадии способа, материалы и т.д.) из одного варианта осуществления можно применять в комбинации с элементами других вариантов осуществления и что возможные варианты осуществления такого устройства и систем с применением комбинаций признаков, указанных в данном документе, не ограничены конкретными вариантами осуществления, показанными на фигурах и/или описанными в данном документе. Кроме того, будет понятно, что варианты осуществления, описанные в данном документе, могут включать множество элементов, которые не обязательно показаны в масштабе. Кроме того, будет понятно, что размер и форма различных элементов в данном документе может быть изменена, но все еще попадать в объем настоящего изобретения, хотя определенные одна или несколько форм, и/или размеров, или типов элементов могут быть предпочтительнее других. Варианты осуществления настоящего изобретения будут далее описаны только в качестве примера со ссылкой на прилагаемые графические материалы, на которых показано следующее.

На фиг. 3А показано схематическое изображение одного варианта осуществления фильтрующей среды согласно настоящему изобретению. Фильтрующая среда содержит материал-подложку 120, причем тонковолокнистый материал 100 расположен на материале-подложке 120. Материал-подложка 120

иметь поверхность, и тонковолокнистый материал 100 может предпочтительно располагаться на поверхности материала-подложки.

На фиг. 3В показано схематическое изображение одного варианта осуществления фильтрующей среды согласно настоящему изобретению. Фильтрующая среда содержит материал-подложку 120, причем тонковолокнистый материал 100 расположен на материале-подложке 120. В некоторых вариантах осуществления материал из более тонких волокон образует слой 101 и/или материал-подложка образует слой 121.

На фиг. 4 показано схематическое изображение одного варианта осуществления фильтрующей среды согласно настоящему изобретению. Слой тонковолокнистого материала 100 расположен между защитным слоем 140 и материалом-подложкой 120.

На фиг. 5 показано схематическое изображение одного варианта осуществления фильтрующей среды согласно настоящему изобретению. Фильтрующая среда содержит тонковолокнистый материал 100, который расположен между первым материалом-подложкой 120 и вторым материалом-подложкой 220.

На фиг. 6А показано схематическое изображение одного варианта осуществления фильтрующей среды согласно настоящему изобретению. Фильтрующая среда содержит первый тонковолокнистый материал 100 и второй тонковолокнистый материал 200. Первый тонковолокнистый материал 100 и второй тонковолокнистый материал 200 расположены между первым материалом-подложкой 120 и вторым материалом-подложкой 220.

На фиг. 6В показано схематическое изображение одного варианта осуществления фильтрующей среды согласно настоящему изобретению. Фильтрующая среда содержит первый тонковолокнистый материал 100, который содержит сополимер SAN, и второй тонковолокнистый материал 200, который содержит сополимер SAN. Первый тонковолокнистый материал 100 и второй тонковолокнистый материал 200 расположены между первым материалом-подложкой 120 и вторым материалом-подложкой 220. Фильтрующая среда дополнительно содержит третий материал-подложку 320, и первый тонковолокнистый материал 100 расположен между первым материалом-подложкой 120 и вторым материалом-подложкой 220, а второй тонковолокнистый материал 200 расположен между вторым материалом-подложкой 220 и третьим материалом-подложкой 320.

На фиг. 7 показано схематическое изображение одного варианта осуществления фильтрующей среды согласно настоящему изобретению. Фильтрующая среда содержит первый тонковолокнистый материал 100, второй тонковолокнистый материал 200, первый материал-подложку 120, второй материал-подложку 220 и слой 160, содержащий адсорбирующую среду. Слой 160, содержащий адсорбирующую среду, расположен между первым тонковолокнистым материалом 100 и вторым тонковолокнистым материалом 200, а первый тонковолокнистый материал 100 и второй тонковолокнистый материал 200 расположены между первым материалом-подложкой 120 и вторым материалом-подложкой 220.

На фиг. 8 показано схематическое изображение одного варианта осуществления слоя 160, содержащего адсорбирующую среду, согласно настоящему изобретению. В некоторых вариантах осуществления слой 160, содержащий адсорбирующую среду, содержит пористый слой-подложку 164 и адсорбирующую среду 162, расположенную на пористом слое-подложке 164.

На фиг. 9 показано схематическое изображение одного варианта осуществления фильтрующей среды согласно настоящему изобретению. Фильтрующая среда содержит тонковолокнистый материал 100, материал-подложку 120, защитный слой 140, второй тонковолокнистый материал 200, второй материал-подложку 220 и второй защитный слой 240. Первый тонковолокнистый материал 100 расположен между первым защитным слоем 140 и первым материалом-подложкой 120, а второй тонковолокнистый материал 200 расположен между вторым защитным слоем 240 и вторым материалом-подложкой 220. По меньшей мере часть поверхности первого защитного слоя 140 прилегает по меньшей мере к части поверхности второго защитного слоя 240.

На фиг. 10 показано схематическое изображение фильтрующей среды согласно настоящему изобретению. Фильтрующая среда содержит слой 160, содержащий адсорбирующую среду. В некоторых вариантах осуществления слой 160, содержащий адсорбирующую среду, предпочтительно содержит углерод, включая, например, активированный уголь или шарики активированного угля. Слой 160, содержащий адсорбирующую среду, расположен между первым защитным слоем 140 и вторым защитным слоем 240, первый тонковолокнистый материал 100 расположен между первым защитным слоем 140 и первым материалом-подложкой 120, а второй тонковолокнистый материал 200 расположен между вторым защитным слоем 240 и вторым материалом-подложкой 220. В некоторых вариантах осуществления слой 160, содержащий адсорбирующую среду, может быть одинаковым по протяженности с первым защитным слоем 140 и вторым защитным слоем 240. В некоторых вариантах осуществления слой 160, содержащий адсорбирующую среду, может находиться между первым защитным слоем 140 и вторым защитным слоем 240 и может иметь длину и ширину, которые меньше, чем длина и ширина первого защитного слоя 140 и длина и ширина второго защитного слоя 240.

На фиг. 11 показано схематическое изображение одного варианта осуществления циркуляционного фильтра. Циркуляционный фильтр содержит первый тонковолокнистый материал 100, второй тонковолокнистый материал 200, первый материал-подложку 120, второй материал-подложку 220 и слой 160, со-

держаний адсорбирующую среду. Слой 160, содержащий адсорбирующую среду, расположен между первым тонковолокнистым материалом 100 и вторым тонковолокнистым материалом 200, а первый тонковолокнистый материал 100 и второй тонковолокнистый материал 200 расположены между первым материалом-подложкой 120 и вторым материалом-подложкой 220.

Иллюстративные варианты осуществления фильтрующей среды

1. Фильтрующая среда, содержащая тонковолокнистый материал, содержащий сополимер стирола/акрилонитрила (SAN); и материал-подложку, где тонковолокнистый материал расположен на подложке.
2. Фильтрующая среда по варианту осуществления 1, где базовый вес тонковолокнистого материала составляет от 5 до 20 г/м².
3. Фильтрующая среда по любому из вариантов осуществления 1 или 2, где базовый вес тонковолокнистого материала составляет от 5 до 12,5 г/м².
4. Фильтрующая среда по любому из вариантов осуществления 1-3, где базовый вес тонковолокнистого материала составляет от 9 до 12,5 г/м².
5. Фильтрующая среда по любому из вариантов осуществления 1-4, где проницаемость тонковолокнистого материала и материала-подложки составляет от 100 фут/мин (50,8 см/с) до 1000 фут/мин (508 см/с) при 0,5 дюйма водяного столба (125 Па).
6. Фильтрующая среда по любому из вариантов осуществления 1-5, где проницаемость тонковолокнистого материала и материала-подложки составляет от 140 фут/мин (71,1 см/с) до 400 фут/мин (203 см/с) при 0,5 дюйма водяного столба (125 Па).
7. Фильтрующая среда по любому из вариантов осуществления 1-6, где проницаемость тонковолокнистого материала и материала-подложки составляет от 140 фут/мин (71,1 см/с) до 250 фут/мин (127 см/с) при 0,5 дюйма водяного столба (125 Па).
8. Фильтрующая среда по любому из вариантов осуществления 1-7, где эффективность тонковолокнистого материала и материала-подложки составляет от 45 до 99,99% для 0,3-мкм частиц диэтилгексилсебацата (DEHS) при 10,5 фут/мин (5,3 см/с).
9. Фильтрующая среда по варианту осуществления 8, где эффективность тонковолокнистого материала и материала-подложки составляет от 55 до 96%.
10. Фильтрующая среда по любому из вариантов осуществления 1-9, где тонковолокнистый материал образует слой, имеющий некоторую толщину, и при этом толщина слоя тонковолокнистого материала и материала-подложки составляет 2,5±0,5 мм.
11. Фильтрующая среда по любому из вариантов осуществления 1-9, где тонковолокнистый материал образует слой, имеющий некоторую толщину, и при этом толщина слоя тонковолокнистого материала и материала-подложки составляет 2,5±0,2 мм.
12. Фильтрующая среда по любому из вариантов осуществления 1-11, где тонковолокнистый материал образует слой, имеющий некоторую толщину, и при этом толщина слоя тонковолокнистого материала составляет менее 1,0 мм.
13. Фильтрующая среда по любому из вариантов осуществления 1-12, где тонковолокнистый материал образует слой, имеющий некоторую толщину, и при этом толщина слоя тонковолокнистого материала составляет менее 0,6 мм.
14. Фильтрующая среда по любому из вариантов осуществления 1-13, где тонковолокнистый материал образует слой, имеющий некоторую толщину, и при этом толщина слоя тонковолокнистого материала составляет менее 0,3 мм.
15. Фильтрующая среда по любому из вариантов осуществления 1-14, где материал-подложка представляет собой тканый материал.
16. Фильтрующая среда по любому из вариантов осуществления 1-15, где материал-подложка представляет собой нетканый материал.
17. Фильтрующая среда по любому из вариантов осуществления 1-16, где материал-подложка содержит материал на основе сложного полиэфира.
18. Фильтрующая среда по любому из вариантов осуществления 1-17, где материал-подложка имеет базовый вес от 45 до 85 г/м², толщину от 0,10 до 0,15 мм и проницаемость от 550 до 750 фут/мин (от 279 до 381 см/с) при 0,5 дюйма водяного столба (125 Па).
19. Фильтрующая среда по любому из вариантов осуществления 1-18, где материал-подложка имеет базовый вес 58 г/м², толщину 0,110 мм и проницаемость 650 фут/мин (330 см/с) при 0,5 дюйма водяного столба (125 Па).
20. Фильтрующая среда по любому из вариантов осуществления 1-19, где материал-подложка представляет собой первый материал-подложку и, кроме того, где тонковолокнистый материал расположен между первым материалом-подложкой и вторым материалом-подложкой.
21. Фильтрующая среда по любому из вариантов осуществления 1-20, где тонковолокнистый материал расположен между материалом-подложкой и защитным слоем.

22. Фильтрующая среда по варианту осуществления 21, где защитный слой содержит по меньшей мере одно из полиэтиленовой экструдированной сетки, полиэтиленового нетканого материала или нетканого материала на основе сложного полиэфира.

23. Фильтрующая среда по варианту осуществления 21 или 22, где защитный слой характеризуется проницаемостью, которая больше, чем проницаемость материала-подложки.

24. Фильтрующая среда по любому из вариантов осуществления 21-23, где защитный слой характеризуется проницаемостью более 1000 фут/мин (508 см/с) при 0,5 дюйма водяного столба (125 Па).

25. Фильтрующая среда по любому из вариантов осуществления 21-24, где защитный слой характеризуется проницаемостью более 800 фут/мин (406 см/с) при 0,5 дюйма водяного столба (125 Па).

26. Фильтрующая среда по любому из вариантов осуществления 1-25, где тонковолокнистый материал представляет собой первый тонковолокнистый материал, материал-подложка представляет собой первый материал-подложку и, кроме того, где фильтрующая среда дополнительно содержит второй тонковолокнистый материал, содержащий сополимер стирола/акрилонитрила (SAN), и второй материал-подложку.

27. Фильтрующая среда по варианту осуществления 26, где первый тонковолокнистый материал и второй тонковолокнистый материал расположены между первым материалом-подложкой и вторым материалом-подложкой.

28. Фильтрующая среда по любому из вариантов осуществления 21-27, где первый материал-подложка и второй материал-подложка содержат один и тот же материал.

29. Фильтрующая среда по варианту осуществления 28, где фильтрующая среда дополнительно содержит третий материал-подложку и где первый тонковолокнистый материал расположен между первым материалом-подложкой и вторым материалом-подложкой, а второй тонковолокнистый материал расположен между вторым материалом-подложкой и третьим материалом-подложкой.

30. Фильтрующая среда по варианту осуществления 29, где первый материал-подложка, второй материал-подложка и третий материал-подложка содержат один и тот же материал.

31. Фильтрующая среда по любому из вариантов осуществления 1-30, где фильтрующая среда дополнительно содержит слой, содержащий адсорбирующую среду.

32. Фильтрующая среда по варианту осуществления 31, где слой, содержащий адсорбирующую среду, содержит активированный уголь.

33. Фильтрующая среда по варианту осуществления 31, где слой, содержащий адсорбирующую среду, содержит шарики, содержащие активированный уголь.

34. Фильтрующая среда по любому из вариантов осуществления 31-33, где тонковолокнистый материал представляет собой первый тонковолокнистый материал и материал-подложка представляет собой первый материал-подложку и где слой, содержащий адсорбирующую среду, расположен между первым тонковолокнистым материалом и вторым тонковолокнистым материалом, и первый тонковолокнистый материал и второй тонковолокнистый материал расположены между первым материалом-подложкой и вторым материалом-подложкой.

35. Фильтрующая среда по любому из вариантов осуществления 21-34, где тонковолокнистый материал представляет собой первый тонковолокнистый материал, и защитный слой представляет собой первый защитный слой, и фильтрующая среда дополнительно содержит второй тонковолокнистый материал и второй защитный слой, и первый тонковолокнистый материал расположен между первым защитным слоем и первым материалом-подложкой, а второй тонковолокнистый материал расположен между вторым защитным слоем и вторым материалом-подложкой.

36. Фильтрующая среда по варианту осуществления 35, где слой, содержащий адсорбирующую среду, расположен между первым защитным слоем и вторым защитным слоем, первый тонковолокнистый материал расположен между первым защитным слоем и первым материалом-подложкой и второй тонковолокнистый материал расположен между вторым защитным слоем и вторым материалом-подложкой.

37. Фильтрующая среда по любому из вариантов осуществления 35 или 36, где первый защитный слой и второй защитный слой содержат один и тот же материал.

38. Фильтрующая среда по любому из вариантов осуществления 1-37, где тонковолокнистый материал и необязательный второй тонковолокнистый материал содержат мононит, содержащую сополимер стирола/акрилонитрила (SAN).

39. Фильтрующая среда по любому из вариантов осуществления 1-38, где сополимер стирола/акрилонитрила (SAN) содержит 75 стирола и 25% акрилонитрила.

40. Фильтрующая среда по любому из вариантов осуществления 1-38, где сополимер стирола/акрилонитрила (SAN) содержит не более 75% стирола.

41. Фильтрующая среда по любому из вариантов осуществления 1-38 или 40, где сополимер стирола/акрилонитрила (SAN) содержит не более 25% акрилонитрила.

42. Фильтрующая среда по любому из вариантов осуществления 1-38, где сополимер стирола/акрилонитрила (SAN) содержит от 10 до 90% стирола и от 10 до 90% акрилонитрила.

43. Фильтрующая среда по любому из вариантов осуществления 1-42, где фильтрующая среда содержит менее 5 мас.% стабилизатора или антиоксиданта.

44. Фильтрующая среда по любому из вариантов осуществления 1-42, где фильтрующая среда содержит менее 0,05 мас.% стабилизатора или антиоксиданта.

45. Фильтрующая среда по любому из вариантов осуществления 1-44, где фильтрующая среда содержит менее 5 мас.% трис(2,4-ди-трет-бутилфенил)фосфита.

46. Фильтрующая среда по любому из вариантов осуществления 1-45, где фильтрующая среда содержит менее 0,05 мас.% трис(2,4-ди-трет-бутилфенил)фосфита.

47. Фильтрующая среда по любому из вариантов осуществления 1-45, где фильтрующая среда содержит менее 5 мас.% полипропилена.

48. Фильтрующая среда по любому из вариантов осуществления 1-47, где фильтрующая среда содержит менее 0,05 мас.% полипропилена.

49. Фильтрующая среда по любому из вариантов осуществления 1-48, где показатель качества тонковолокнистого слоя и первого материала-подложки составляет от 500 до 2000 (см/с)/(см рт.ст.) при 0,3-мкм и 10,5 фут/мин (5,3 см/с).

50. Фильтрующая среда по любому из вариантов осуществления 1-49, где показатель качества тонковолокнистого слоя, первого материала-подложки и первого защитного слоя составляет от 500 до 2000 (см/с)/(см рт.ст.) при 0,3-мкм и 10,5 фут/мин (5,3 см/с).

51. Фильтрующий элемент, содержащий фильтрующую среду по любому из вариантов осуществления 1-50.

52. Циркуляционный фильтр, содержащий фильтрующую среду по любому из вариантов осуществления 1-50.

53. Циркуляционный фильтр по варианту осуществления 52, где циркуляционный фильтр приспособлен для применения в корпусе электронного оборудования.

54. Циркуляционный фильтр по любому из вариантов осуществления 52 или 53, где циркуляционный фильтр содержит не более 5 мас.% стабилизатора, антиоксиданта или полипропилена.

55. Циркуляционный фильтр по любому из вариантов осуществления 52 или 53, где циркуляционный фильтр содержит не более 0,05 мас.% стабилизатора, антиоксиданта или полипропилена.

56. Способ применения циркуляционного фильтра по любому из вариантов осуществления 52-55.

Иллюстративный способ получения вариантов осуществления

1. Способ получения тонких волокон, причем способ включает обеспечение раствора, содержащего сополимер стирола/акрилонитрила (SAN) и органический растворитель;

электропрядение раствора на материал-подложку, где расстояние между источником капель и материалом-подложкой составляет по меньшей мере 40 см.

2. Способ по варианту осуществления 1, где органический растворитель предусматривает хлорированный растворитель.

3. Способ по любому из вариантов осуществления 1 или 2, где органический растворитель предусматривает дихлорэтан.

4. Способ по варианту осуществления 3, где дихлорэтан предусматривает 1,2-дихлорэтан.

5. Способ по любому из вариантов осуществления 1-4, где материал-подложка предусматривает газовую ткань.

6. Способ по любому из вариантов осуществления 1-5, где расстояние между источником капель и материалом-подложкой составляет от 40 до 50 см.

7. Способ по любому из вариантов осуществления 1-6, где расстояние между источником капель и материалом-подложкой составляет 45 см.

8. Способ по любому из вариантов осуществления 1-7, где электростатический потенциал составляет от 80 до 100 кВ.

9. Способ по любому из вариантов осуществления 1-8, где электростатический потенциал составляет 90 кВ.

10. Способ по любому из вариантов осуществления 1-9, где проводимость раствора составляет от 4×10^{-6} до 4×10^{-5} Ом⁻¹см.

11. Способ по любому из вариантов осуществления 1-10, где проводимость раствора составляет 2×10^{-5} Ом⁻¹см.

12. Способ по любому из вариантов осуществления 1-11, где раствор дополнительно содержит соль в виде иодида тетраэтиламония.

Примеры

Цели и преимущества настоящего изобретения дополнительно проиллюстрированы при помощи следующих примеров, но конкретные материалы и их количества, указанные в данных примерах, а также другие условия и подробности не должны рассматриваться как неоправданно ограничивающие данное раскрытие.

Процедуры испытаний
Измерение базового веса

Базовый вес фильтрующей среды измеряли и регистрировали в виде массы на единицу площади, и его можно регистрировать либо в виде фунтов на 3000 квадратных футов (фут²), либо в виде граммов на квадратный метр (м²). Базовый вес рассчитывали для образца, который имеет размеры минимум 8 дюймов на 8 дюймов (203,2 мм на 203,2 мм), и испытывали согласно ASTM-D646-13.

Измерение толщины

Толщину фильтрующей среды измеряли при помощи компаратора Ames при 0,5 фунта/кв.дюйм.

Измерение эффективности

Эффективность фильтрования является характеристикой фильтрационной среды, которая относится к доли дисперсного вещества, удаляемого из подвижного потока. Эффективность измеряли при помощи TSI 3160, испытательного стенда для определения фракционной эффективности, используя 0,3-мкм частицы диэтилгексилсебацината (DEHS) при 10,5 фут/мин (5,3 см/с).

Измерение проницаемости

Проницаемость по Фрейзеру (иногда называемая проницаемостью фильтрующей среды) является линейной скоростью потока воздуха через материал при 0,5 дюйма водяного столба (0,5 дюйма H₂O) (125 Па) при испытании при помощи Textest FX3310 согласно ASTM D737-04.

Расчет показателя качества, проникновения, перепада давлений и сопротивления

Показатель качества является коэффициентом, используемым для сравнения сред. Большие значения показателя качества обычно лучше, чем меньшие значения. Показатель качества волокнистой массы можно рассчитать при помощи измерений эффективности и проницаемости, описанных выше. Есть две основные единицы для FOM: кПа⁻¹ и (см/с)/(см рт.ст.).

Показатель качества в кПа⁻¹ (FOM 1) рассчитывают при помощи следующей формулы:

$$\text{FOM 1} = -\ln(\text{проникновение})/\Delta P,$$

где ln(проникновение) представляет собой натуральный логарифм проникновения.

Перепад давлений (ΔP или dP) в кПа определяют из проницаемости при помощи формулы:

$$\Delta P = (10,5 \text{ фут/мин/проницаемость}) \times 0,125 \text{ кПа},$$

где проницаемость представлена в фут/мин при 125 Па.

Проникновение определяют при помощи следующей формулы:

$$\text{проникновение} = 1 - (\text{эффективность}/100),$$

причем эффективность измеряют, как описано выше.

Показатель качества в (см/с)/(см рт.ст.) (FOM 2) рассчитывают при помощи следующей формулы:

$$\text{FOM 2} = -\ln(\text{проникновение})/(\text{сопротивление}),$$

ln(проникновение) представляет собой натуральный логарифм проникновения.

Проникновение рассчитывают, как описано выше, при помощи следующей формулы:

$$\text{проникновение} = 1 - (\text{эффективность}/100),$$

причем эффективность измеряют, как описано выше.

Сопротивление рассчитывают из проницаемости при помощи следующей формулы:

$$\text{сопротивление} = (0,1846)/\text{проницаемость},$$

где проницаемость представлена в фут/мин при 125 Па.

Получение и испытание

Пример 1.

Тонкие волокна из стирола/акрилонитрила (SAN) получали электропрядением раствора SAN (25% акрилонитрила) в 1,2-дихлорэтаноле при концентрации 20 мас.% на тканый материал-подложку из волокон на основе сложного полиэфира с проницаемостью по Фрейзеру, составляющей от 550 до 750 фут/мин, базовым весом 58 г/м², толщиной от 0,10 до 0,15 мм, номером нити 140 на дюйм $\pm 10\%$ и диаметром нити 50 ± 5 мкм. Для контроля проводимости добавляли не более 1% соли в виде иодида тетраэтиламмония. Для предотвращения высыхания раствора на поверхности источника каплевоздух в пространстве прядения насыщали паром дихлорэтана.

Электропроводность раствора составляла 2×10^{-5} Ом⁻¹см. Вязкость раствора составляла 6 сток (при плотности раствора 0,0006 м²/с). Прядение проводили в электростатическом поле при разности потенциалов, составляющей 90 кВ. Объемный расход раствора составлял 0,01 см³/с на формирующий элемент. Расстояние между источником каплевоздух и подложкой составляло 45 см.

Пример 2.

Тонкие волокна подвергали электропрядению на тканый материал-подложку из волокон на основе сложного полиэфира, как в примере 1. Нетканый слой из полиэтилентерефталата (PET) помещали на противоположную поверхность тонковолокнистого слоя в качестве материала-подложки.

Пример 3.

Тонкие волокна подвергали электропрядению на тканый материал-подложку из волокон на основе сложного полиэфира, как в примере 1. Нетканый слой из полиэтилена (PE) помещали на противоположную поверхность тонковолокнистого слоя в качестве материала-подложки.

Сравнительный пример 1.

Тонкие волокна, содержащие SAN, получали согласно способам из EP 0829293 B1, пример 2, при следующих отличиях. Раствор содержал 25 мас.% SAN, не более 1% иодида тетраэтиламмония, а оставшаяся часть представляла собой дихлорэтан (74 мас.%). Электропроводность раствора составляла 2×10^{-5} Ом⁻¹см. Прядение проводили в электростатическом поле с разностью потенциалов, составляющей 60 кВ. Расстояние между источником капель и подложкой составляло 25 см.

Как и в примере 2 из EP 0829293 B1, вязкость раствора составляла 1 Па·с (8 сток при плотности раствора 1207 кг/м³) и объемный расход раствора составлял 0,0025 см³/с на формирующий волокна элемент.

Пример 4.

Тонкие волокна подвергали электропрядению на тканый материал-подложку из волокон на основе сложного полиэфира, как в примере 1, за исключением того, что расстояние между источником капель и подложкой изменяли.

Сравнительный пример 2.

Примеры 2, 3, 6, 9 и 10 из EP 0829293 B1.

Результаты

Тестировали базовый вес и толщину тонковолокнистого слоя из примеров 1-3 и сравнительного примера 1. Результаты показаны в табл. 1.

Таблица 1

	Толщина тонковолокнистого слоя (мм)	Базовый вес тонковолокнистого материала (г/м ²)
Пример 1	0,064	11,51
Пример 2	0,128	9,86
Пример 3	0,064	11,51
Сравнительный пример 1	0,340	66,14

Измеряли эффективность и проницаемость подложки и тонковолокнистого слоя из примера 1 и подложки, тонковолокнистого слоя и нетканого слоя из примеров 2 и 3. Показатель качества (FOM) 1 и FOM 2 рассчитывали, как описано выше. Результаты показаны в табл. 2.

Измеряли эффективность и проницаемость подложки и тонковолокнистых слоев из примера 4 и применяли для расчета показателя качества в кПа⁻¹ (FOM 1). Результаты показаны на фиг. 1.

Таблица 2

Структура	Эффективность	Проницаемость	dP при 10,5 фут/мин	Сопротивление	FOM 1	FOM 2
Оборудование для испытания	TSI 3160	TexTest FX3300				
	%	фут/мин при 0,5 дюйма H ₂ O	кПа	(см рт. ст.)/(см/с)	кПа ⁻¹	(см/с)/(см рт. ст.)
Пример 1	64,4	172,7	0,0076	0,0011	136	966
Пример 2	77,9	196,3	0,0067	0,0009	227	1608
Пример 3	75,6	143,0	0,0091	0,0013	154	1092
Сравнительный пример 1	83,6	40,8	0,0321	0,0045	56	399

Полные раскрытия патентов, патентных документов и публикаций, указанных в данном документе, включены посредством ссылки во всей полноте, как если бы каждый из этих документов был включен отдельно. Различные модификации и изменения настоящего изобретения станут очевидными специалистам в данной области без отклонения от объема и сущности настоящего изобретения. Следует понимать, что настоящее раскрытие не предназначено для неоправданного ограничения иллюстративными вариантами осуществления и примерами, изложенными в данном документе, и что такие примеры и варианты осуществления представлены только в качестве примера, причем объем изобретения должен ограничиваться только формулой изобретения, изложенной в данном документе далее.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Фильтрующая среда, содержащая тонковолокнистый материал, содержащий сополимер стирола/акрилонитрила (SAN), где базовый вес тонковолокнистого материала составляет от 5 до 20 г/м²; материал-подложку, в которой тонковолокнистый материал расположен на подложке, при этом материал-подложка имеет базовый вес от 45 до 85 г/м², толщину от 0,10 до 0,15 мм и проницаемость от 550 до 750 фут/мин (от 279 до 381 см/с) при 0,5 дюйма водяного столба (125 Па),

проницаемость тонковолокнистого материала и материала-подложки составляет от 140 фут/мин (71,1 см/с) до 400 фут/мин (203 см/с) при 0,5 дюйма водяного столба (125 Па), и

показатель качества FOM $2 = -\ln(\text{проникновение}) / (\text{сопротивление})$ тонкого волокнистого материала и материала-подложки составляет от 500 до 2000 (см/с)/(см рт.ст.) при 0,3 мкм и 10,5 фут/мин (5,3 см/с).

2. Фильтрующая среда по п.1, где эффективность тонковолокнистого материала и материала-подложки составляет от 45 до 99,99% для 0,3-мкм частиц диэтилгексилсебацата (DEHS) при 10,5 фут/мин (5,3 см/с).

3. Фильтрующая среда по п.1 или 2, где тонковолокнистый материал образует слой, имеющий некоторую толщину, и при этом толщина слоя тонковолокнистого материала составляет менее 1,0 мм.

4. Фильтрующая среда по любому из пп.1-3, где тонковолокнистый материал расположен между материалом-подложкой и защитным слоем.

5. Фильтрующая среда по любому из пп.1-4, где тонковолокнистый материал представляет собой первый тонковолокнистый материал и материал-подложка представляет собой первый материал-подложку, и, кроме того, где фильтрующая среда дополнительно содержит второй материал-подложку, и второй тонковолокнистый материал содержит сополимер стирола/акрилонитрила (SAN), и где первый тонковолокнистый материал и второй тонковолокнистый материал расположены между первым материалом-подложкой и вторым материалом-подложкой.

6. Фильтрующая среда по любому из пп.1-5, где фильтрующая среда дополнительно содержит слой, содержащий адсорбирующую среду, где адсорбирующая среда содержит активированный уголь.

7. Фильтрующая среда по любому из пп.1-6, где сополимер стирола/акрилонитрила (SAN) содержит от 10 до 90% стирола и от 10 до 90% акрилонитрила.

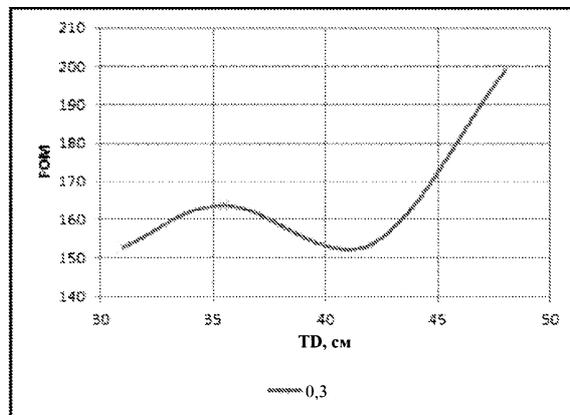
8. Фильтрующая среда по любому из пп.1-7, где фильтрующая среда содержит менее 5 мас.% стабилизатора или антиоксиданта.

9. Фильтрующий элемент, содержащий фильтрующую среду по любому из пп.1-8.

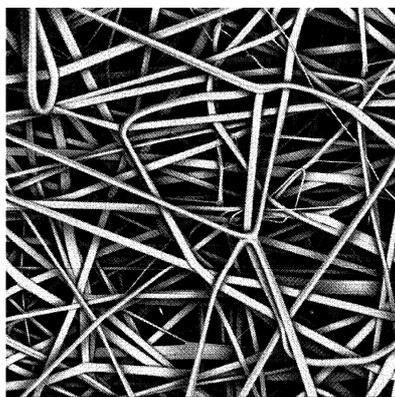
10. Фильтрующий элемент по п.9, который представляет собой циркуляционный фильтр.

11. Применение фильтрующего элемента по п.9 в корпусе электронного оборудования для устранения парообразных загрязняющих веществ и/или дисперсных загрязняющих веществ.

12. Применение по п.11, в котором фильтрующий элемент представляет собой циркуляционный фильтр.



Фиг. 1



Фиг. 2

037948

100
120

Фиг. 3А

100	}	101
120		

Фиг. 3В

140
100
120

Фиг. 4

220
100
120

Фиг. 5

220
200
100
120

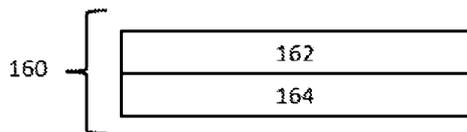
Фиг. 6А

320
200
220
100
120

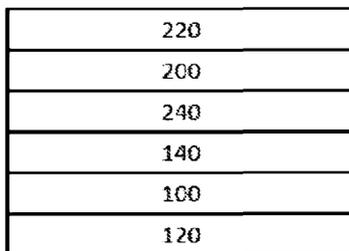
Фиг. 6В

220
200
160
100
120

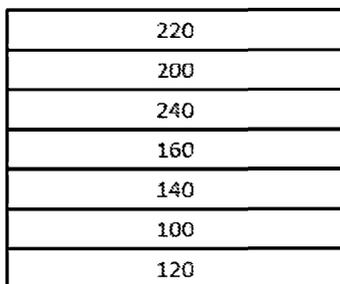
Фиг. 7



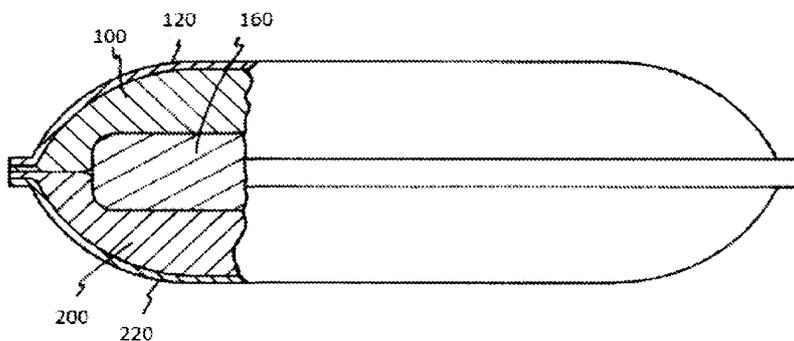
Фиг. 8



Фиг. 9



Фиг. 10



Фиг. 11

