



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2014149560/28, 09.12.2014

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
09.12.2014

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 09.12.2014

(45) Опубликовано: 10.06.2016 Бюл. № 16

(56) Список документов, цитированных в отчете о  
поиске: FR 2895987 A1, 13.07.2007. US  
2012295406 A1, 22.11.2012. US 2003136943 A1,  
24.07.2003.

Адрес для переписки:

410012, г. Саратов, ул. Московская, д. 155, СГУ,  
ЦПУ, Терентьеву А.С.

(72) Автор(ы):

Шохор Сергей Леонидович (RU),  
Абаньшин Николай Павлович (RU),  
Мосяш Денис Сергеевич (RU),  
Логинов Александр Павлович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

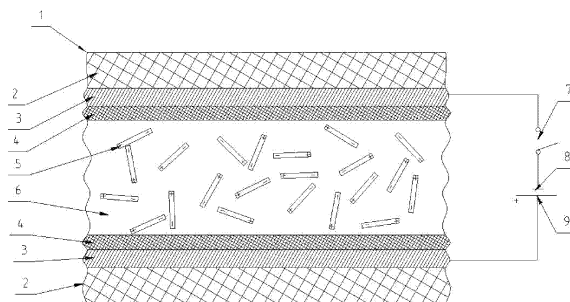
Шохор Сергей Леонидович (RU)

## (54) ЭЛЕКТРООПТИЧЕСКАЯ ЯЧЕЙКА

(57) Реферат:

Изобретение относится к оптоэлектронике и может быть использовано в устройствах и системах визуализации, отображения, хранения и обработки информации. Электрооптическая ячейка содержит две диэлектрические пластины, из которых, по крайней мере, одна прозрачная. На внутренние поверхности диэлектрических пластин нанесены прозрачные токопроводящие слои с выводами для подключения к источнику питания. Между пластинами размещена суспензия на основе неполярной жидкости с частицами,

противоположные участки которых имеют разный электрический заряд. Частицы имеют вытянутую форму, при этом разные электрические заряды расположены на участках с противоположных концов частиц. Технический результат заключается в обеспечении высокой скорости переключения между состояниями с различной оптической плотностью, повышение контрастности, надежности и разрешающей способности. 5 з.п. ф-лы, 8 ил.



Фиг. 1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(19) **RU** (11) **2 585 795** (13) **C1**

(51) Int. Cl.

*G02F* 1/17 (2006.01)

*G02F* 1/19 (2006.01)

*B82B* 3/00 (2006.01)

## (12) ABSTRACT OF INVENTION

(21)(22) Application: 2014149560/28, 09.12.2014

(24) Effective date for property rights:  
09.12.2014

Priority:

(22) Date of filing: 09.12.2014

(45) Date of publication: 10.06.2016 Bull. № 16

Mail address:

410012, g. Saratov, ul. Moskovskaja, d. 155, SGU,  
TSPU, Terentevu A.S.

(72) Inventor(s):

**SHokhor Sergej Leonidovich (RU),**  
**Abanshin Nikolaj Pavlovich (RU),**  
**Mosiyash Denis Sergeevich (RU),**  
**Loginov Aleksandr Pavlovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**SHokhor Sergej Leonidovich (RU)**

## (54) ELECTROOPTIC CELL

(57) Abstract:

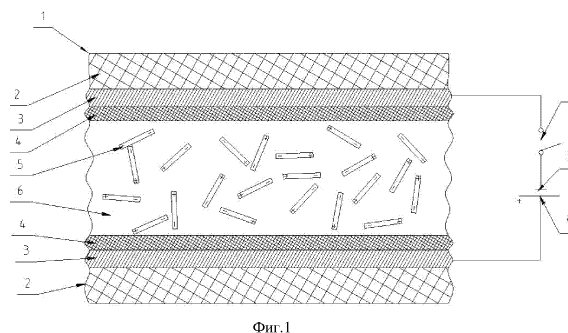
FIELD: information technology.

SUBSTANCE: invention relates to optoelectronics and can be used in devices and imaging systems, display, storage and processing information. Electrooptic cell contains two dielectric plates, from which at least one is transparent. On inner surface of dielectric plates there are transparent current-conducting layers with leads for connection to power supply. Between plates there is suspension based on polar liquid with particles of opposite sections of which have different electric charge. Particles feature elongated shape, at that different electric charges are installed in sections with opposite ends of particles.

EFFECT: technical result consists in ensuring high

rate of switching between states with different optical density, high contrast, reliability and resolution.

6 cl, 8 dwg



Изобретение относится к оптоэлектронике, может быть использовано в устройствах и системах визуализации, отображения, хранения и обработки информации: в двухмерных и трехмерных дисплеях, например компьютерных и телевизионных, модуляторах света, например в пространственных, в устройствах обработки и распознавания изображений.

Известны оптико-электронные устройства, реализующие SPD (Suspended Particle Device) технологии. В основе SPD технологии лежит принцип ориентации цилиндрических частиц в суспензии в приложенном электрическом поле. В обычном состоянии частицы разупорядочены и блокируют свет. В электрическом поле частицы приобретают наведенный дипольный момент и выстраиваются вдоль поля. Данная технология позволяет достигнуть 75-80% процентов пропускания света и относительно высокого контраста. В таких устройствах множество стержнеобразных субмикронных частиц в непроводящей среде могут поворачиваться между подложками, на которые нанесены электроды, один из которых в виде прозрачной пленки, а другой - либо прозрачный, либо отражающий.

В частности, известна оптоэлектронная панель для управления поглощением и отражением света, содержащая подложки, на которые нанесены электроды, один из которых в виде прозрачной пленки, а другой - отражающей. Между электродами в жидкой среде содержатся субмикронные асимметричные дипольные частицы (см. US3841732, МПК G02F1/172).

Известен также электрооптический прибор, включающий в себя ячейку, сформированную из противоположных стенок ячейки, светомодулирующего блока, включающего в себя суспензию с асимметричными по форме углеродными фибриллами, диспергированными в жидкой дисперсионной среде между упомянутыми стенками ячейки, и противоположные электроды, ассоциированные с этими стенками ячейки для подачи электрического поля к суспензии. Упомянутые углеродные фибриллы имеют среднюю длину меньше 200 нанометров и диаметр меньше 3 нанометров, в то время как длина как минимум в 3 раза больше диаметра (см. СА 2375735, МПК G02F 1/17).

Несмотря на то, что оптические свойства ячеек и устройств на основе SPD довольно хорошие, данная технология имеет ряд недостатков, ограничивающих ее применения.

1. Малые скорости переключения из более темного в более прозрачное состояние. Наведенный дипольный момент недостаточен для быстрого реагирования частиц на прикладываемое напряжение. Времена переключения из темного состояния в прозрачное состояние составляет от единиц до сотен миллисекунд.

2. Времена переключения из прозрачного в непрозрачное состояние составляют секунды. Это обуславливается тем, что затемнение ячейки происходит исключительно из-за Броуновского движением частиц и не контролируется приложенным напряжением.

Известны электрооптические устройства на основе электронных чернил E-ink. В электронных чернилах используется суспензия на основе неполярной жидкости с двумя типами частиц (как правило, черные и белые частицы) в прозрачной суспензии. Частицы обработаны таким образом, что при помещении их в суспензию на основе неполярной жидкости с добавлением зарядчиков разноцветные частицы приобретают противоположные заряды. Частицы разного цвета двигаются в противоположные стороны при прикладывании электрического поля. Таким образом, при напряжении одной полярности частицы одного цвета (например, белые) высаживаются на одной пластине (например, на верхней), а черные частицы на другой (нижней). Если смотреть со стороны верхней пластины, то ячейка будет белая. При изменении полярности напряжения черные частицы высаживаются на верхней пластине, а белые - на нижней. В этом случае ячейка окажется темной со стороны верхней пластины (см. US 6113810,

МПК G02F 1/167).

Главными недостатками устройств на основе электронных чернил являются:

1. Относительно низкий уровень отражения света (40-45% от уровня белой бумаги), не позволяет иметь полноцветный экран и ограничивает их применение в качестве  
5 черно-белых электронных книг. Даже для черно-белого экрана такое 45%-ное отражение недостаточно для комфортабельного чтения в условиях средней освещенности.

2. Невозможность воспроизведения видеоизображения из-за больших времен  
10 переключения. При типичном расстоянии между электродами порядка 40 мкм, время движения частиц от одного электрода до другого (время формирования изображения) - порядка 0.5 секунды.

3. Технология не позволяет создавать устройства, работающие на просвет, а применима только для устройств, работающих на отражение.

Наиболее близким к заявляемому решению является электрооптическая ячейка в дисплее типа «Gyricon» (см. US 412685, МПК G02B 26/02). Ячейка содержит две  
15 диэлектрические пластины, на внутренних поверхностях которых нанесены прозрачные токопроводящие слои, между пластинами размещена суспензия с частицами на основе неполярной жидкости и частицы, на противоположных участках которых имеется разный электрический заряд. Частицы представляют собой микросферы. Одна сторона сферы имеет один цвет, а другая - другой (например, белый и черный). Полусферы  
20 изготовлены из разных материалов. При помещении сфер в диэлектрическую жидкость из-за разного Z-потенциала полусферы приобретают разный заряд. Таким образом, каждая сфера обладают не только анизотропией цвета, но и анизотропией заряда. При прикладывании различного постоянного поля между пластинами сферы поворачиваются в соответствии со своим дипольным моментом и создают пиксель черного или белого  
25 цвета.

Недостатками данного технического решения являются:

1. Сложность получения высококонтрастного изображения, так как изготовление двухцветных частиц, в которых цвета были бы четко нанесены на полусферы,  
нетехнологично.

2. При выходе сферы из строя не работает весь пиксель, так как сферы имеют большой  
30 размер (около 100 мкм) и для одного пикселя изображения используется одна сфера.

Задачей настоящего изобретения является разработка электрооптической ячейки, работающей как на просвет, так и на отражение.

Технический результат заключается в обеспечении высокой скорости переключения  
35 между состояниями с различной оптической плотностью.

Указанный технический результат достигается тем, что в электрооптической ячейке, содержащей две диэлектрические пластины, из которых, по крайней мере, одна прозрачная, на внутренние поверхности диэлектрических пластин нанесены прозрачные токопроводящие слои с выводами для подключения к источнику питания, между  
40 пластинами размещена суспензия на основе неполярной жидкости с частицами, противоположные участки частиц имеют разный электрический заряд, согласно изобретению частицы имеют вытянутую форму, причем разные электрические заряды расположены на участках с противоположных концов частиц.

Изобретение поясняется чертежами.

Фиг.1 - электрооптическая ячейка в непрозрачном состоянии, частицы находятся в хаотичном состоянии.

Фиг.2 - электрооптическая ячейка в прозрачном состоянии.

Фиг.3 - электрооптическая ячейка в непрозрачном состоянии.

Фиг.4 - частица, состоящая из двух разных веществ, имеющих разные заряды на поверхности в выбранной системе растворитель-зарядчик (дисперсант-диспергент), или же цилиндрическая частица, одна часть которой функционализирована таким образом, что разные половины частицы будут иметь разный заряд в выбранной системе

Фиг.5 - частица, имеющая цилиндрическую форму и частично покрытая другим веществом, обладающим противоположным зарядом в выбранной системе растворитель-зарядчик (дисперсант-диспергент).

Фиг.6 - частица, имеющая цилиндрическую форму, разные концы которой покрыты разными веществами так, что концы имеют разный знак заряда в выбранной системе растворитель-зарядчик (дисперсант-диспергент).

Фиг.7 - метод наклонного напыления.

Фиг.8 - метод изготовления частиц при помощи полимерной маски.

На чертежах приняты следующие обозначения:

1 - электрооптическая ячейка;

2 - диэлектрические пластины, по крайней мере, одна из которых прозрачная;

3 - токопроводящие слои (электроды);

4 - изолирующие слои;

5 - частица;

6 - дисперсионная среда (неполярная жидкость);

7 - переключатель;

8 - источник питания;

9 - положительный электрод источника питания;

10, 11 - вещества, имеющие разные заряды на поверхности в выбранной системе растворитель-зарядчик (дисперсант-диспергент);

12, 13 - вещество и полимер, имеющие разные заряды на поверхности в выбранной системе растворитель-зарядчик (дисперсант-диспергент);

14, 15 - вещества такие, что концы частиц имеют разный знак заряда в выбранной системе растворитель-зарядчик (дисперсант-диспергент);

16 - подложка;

17 - стержнеобразные (цилиндрические) частицы, выращенные на подложке;

18 - напыляемое вещество;

19 - полимер для создания маски.

Электрооптическая ячейка 1 содержит две диэлектрические пластины 2, из которых, по крайней мере, одна прозрачная. На внутренние поверхности диэлектрических пластин 2 нанесены прозрачные токопроводящие слои (электроды) 3. Между пластинами 2 размещена дисперсионная среда (суспензия) 6 на основе неполярной жидкости с частицами 5. Частицы 5 имеют вытянутую форму, причем максимальный линейный размер частиц находится в диапазоне от сотен нанометров до сотен микрон, а минимальный линейный размер частицы - в диапазоне от единиц до сотен нанометров. Расстояние между пластинами равно или больше максимального линейного размера частиц. На части частицы вдоль длинной оси с противоположных концов нанесены покрытия из разных материалов. При помещении частицы в диэлектрическую жидкость с зарядчиками, так как разные части поверхности частицы имеют разные Z-потенциалы. Заряды частей частицы могут отличаться как по абсолютной величине, так и по знаку. Таким образом, в диэлектрической жидкости содержатся стержнеобразные частицы 5, имеющие асимметричный заряд. В отсутствие электрического поля частицы 5 находятся в разупорядоченном состоянии, устройство имеет определенную оптическую плотность.

На фиг.4-6 изображены варианты частиц с асимметрией свойств. На фиг.4 частица 5 имеет цилиндрическую форму и состоит из двух веществ 10 и 11, имеющих разные заряды на поверхности в выбранной системе растворитель-зарядчик (дисперсант-диспергент), или же цилиндрическая частица, одна часть которой функционализирована таким образом, что разные половины частицы будут иметь разный заряд в выбранной системе растворитель-зарядчик (дисперсант-диспергент). На фиг.5 цилиндрическая частица 5 частично покрыта другим веществом таким, что в выбранной системе растворитель-зарядчик (дисперсант-диспергент) покрытые и непокрытые части частицы будут иметь разный заряд. На фиг.6 разные концы частицы 5 покрыты разными веществами, так что концы имеют разный знак заряда в выбранной системе растворитель-зарядчик (дисперсант-диспергент).

Описанные выше частицы можно изготовить, например, следующими способами.

Наклонное напыление (фиг.7). Данный способ осуществляется следующим образом: подложка 16 с выращенными на ней цилиндрическими частицами располагается под углом по отношению к источнику распыляемого вещества. Для равномерного нанесения подложка вращается. Метод распыления должен давать направленный пучок частиц. Например, это может быть вакуумное термическое напыление, где для нагрева вещества используется электронный луч или прямой термический нагрев. После напыления частицы снимаются с подложки, например, ультразвуковой обработкой или частичным подтравливанием. Данным способом можно получить частицы типа на фиг.5.

Частицы типа на фиг.6 можно сделать, например, следующим способом (фиг.7).

На подложке выращивают цилиндрические частицы. Затем на подложку наносят или получают полимерную пленку так, чтобы толщина ее была чуть меньше общей высоты частиц. Данную пленку можно создать разными способами: 1. На поверхности подложки центрифугируют жидкий полимер, затем термически или ультрафиолетовым излучением производится сшивка цепей полимер и соответственно образование пленки. 2. Растворенный полимер центрифугируют или поливают на подложку, затем растворитель испаряется и образуется пленка полимера. 3. На массив частиц помещают твердую полимерную пленку и производят равномерный нагрев до температуры выше температуры расплавления полимера, но ниже температуры разложения полимера. Полимерная пленка расплавляется и «проникает» в массив частиц.

После того как получена полимерная пленка, подложку удаляют. Например, подтравливают и снимают механически. Далее используют какой-либо метод для того, чтобы обнажить нижние концы частиц. Например, подтравливание полимера. Затем каждую из сторон разделенного пленкой массива частиц обрабатывают требуемым способом. Это может быть и химическая функционализация или ковалентная функционализация полимерами или другими веществами, но такими что бы разные «концы» частиц приобретали противоположные заряды в выбранной системе растворитель-зарядчик (дисперсант-диспергент).

На последнем этапе барьерная полимерная пленка удаляется, например, в селективном растворителе.

Устройство работает следующим образом. При прикладывании постоянного электрического поля частицы 5, обладающие асимметричным зарядом, повернутся в соответствии с полярностью поля, оптическая плотность уменьшится. Если после этого приложить поле другой, противоположной полярности, частицы начнут поворачиваться в соответствии с новой полярностью поля. В процессе поворота частиц 5 оптическая плотность ячейки 1 будет увеличиваться. При повороте частиц на 90 градусов (то есть тогда, когда частицы окажутся перпендикулярными электрическому полю) ячейка

будет иметь наибольшую оптическую плотность.

Если в этот момент поле выключить, устройство будет оставаться в непрозрачном состоянии. Далее за счет Броуновского движения частиц ячейка будет оставаться непрозрачной.

5 Если в ячейке одна из диэлектрических пластин 2 цветная, то при прикладывании постоянного электрического поля устройство будет иметь цвет этой пластины, если затем приложить поле обратной полярности, частицы начнут поворачиваться, ячейка приобретет цвет частиц. Если в этот момент поле выключить, устройство будет иметь цвет частиц и оставаться в этом состоянии за счет Броуновского движения.

10 В качестве дисперсионной среды используется жидкость, обладающая низкой диэлектрической проницаемостью. Лучше всего подходят углеводородные неполярные растворители. Например, это может быть гексан, додекан, декан, другие жидкие предельные углеводороды и их изомодификации (например, изопарафины EXXON MOBIL CHEMICALS, коммерческое название Изопар).

15 Как известно, существование и перенос зарядов в неполярной жидкости возможно только при наличии мицелл поверхностно-активных веществ (см. Ian Morrison. Dispersions in liquids: suspensions, emulsions, and foams. ACS National Meeting. April 9-10, 2008. New Orleans. Ian Morrison. Ions and Charged Particles in Nonpolar Media. Cabot Corporation. Seiner Memorial Lecture. Carnegie Mellon University. May 15, 2003). Поверхностно-активные  
20 вещества, обладая амфифильной природой, при достижении определенной концентрации (минимальная концентрация мицеллообразования) образуют в неполярном растворителе обратные мицеллы. Часто мицеллы образуются вокруг свободного иона или связанного иона, находящегося на поверхности частицы. Молекулы ПАВ, окружая ионы, препятствуют их рекомбинации благодаря своим длинным гидрофобным «хвостам».

25 Образование самих ионов происходит из-за диссоциации молекул частицы или посторонних примесей. В неполярном растворителе такая диссоциация во много раз слабее, чем в полярном растворителе. Тем не менее, она имеет место благодаря флуктуациям тепловой энергии. Кроме того, мицеллы сами обладают «способностью» вызывать диссоциацию и обмениваться зарядами. Далее механизм электрической  
30 стабилизации суспензий в неполярных жидкостях при помощи ПАВ идет с образованием «классического» двойного электрического слоя мицелл, заряженных разным знаком. Частицы приобретают одноименные знаки и испытывают кулоновское отталкивание, которое не даёт частицам агломерироваться. В данной системе также можно ввести

35 понятие зета-потенциала, который определяется структурой двойного электрического слоя. Z-потенциал является функцией состава поверхности частицы, используемого растворителя, вида ПАВ и его концентрации. Таким образом, разные по составу частицы могут получить разноименный знак заряда и соответственно зета-потенциал разных знаков. Знак заряда зависит от наличия и вида групп в составе молекулы частицы, способных к диссоциации. Поверхность частиц можно функционализировать для  
40 придания частице определенного заряда. Функционализация может быть ковалентная и нековалентная. Ковалентная функционализация подразумевает такую обработку частиц, в результате которой на поверхности частицы возникают вполне определенные функциональные группы (например, обработка нанотрубок в смеси сильных кислот приводит к образованию на поверхности нанотрубок карбоксильных групп - COOH.

45 При диссоциации отщепляется атом водорода  $H^+$  и поверхность заряжается отрицательно). Нековалентная функционализация - это покрытие частиц другим веществом, обладающим другим зета-потенциалом. Например, частицы покрывают полимером. В зависимости от того, катионный это или анионный полимер, частица

приобретает разный знак заряда при диссоциации функциональных групп полимера. Возможно покрытие частиц низкомолекулярными веществами. Например, окисление металлических частиц кислородом формирует на поверхности частиц пленку из оксида металла. Таким образом, если одну частицу обработать так, что части ее поверхности  
5 будут обладать разными Z-потенциалами для данной системы растворитель-ПАВ, то в суспензии такие частицы будут иметь разный знак заряда на разных частях либо иметь заряды одного знака, но отличающиеся по величине.

Если такие частицы теперь поместить в выбранный растворитель и добавить ПАВ, то разные части поверхности частицы будут иметь разный заряд. Частица приобретет  
10 постоянный дипольный момент. В качестве ПАВ может использоваться полиизобутилен суциимид (OLOA1200 торговая марка компании Chevron), а также другие диспергенты с маркой OLOA. Также могут использоваться диспергенты и эмульгаторы марки SPAN и TWEEN (сложные эфиры сорбита и полиоксителированные сложные эфиры, производитель компания Croda). Так как частицы имеют постоянный дипольный момент,  
15 то в такой системе возможна агломерация частиц. Части частиц с разными знаками могут притягиваться друг к другу, вызывая агломерацию. Для предотвращения агломерации необходимо использовать метод стерической стабилизации суспензий полимерами.

В первом случае для создания стерического барьера частица сначала покрывается  
20 «якорным» полимером, имеющим хорошую адгезию к поверхности частиц. Затем используется полимер, хорошо растворимый в данном растворителе или имеющий часть, которая хорошо растворима в данном типе растворителей. Одной своей частью полимер закрепляется на «якорном» полимере, а длинные «хвосты» полимера свободно расправлены в растворитель. При сближении частиц механическое отталкивание этих  
25 «хвостов» не дает частицам агломерировать. Во втором случае для создания стерического барьера могут использоваться блок-сополимеры (типа А-В). При этом одна часть должна иметь хорошую адгезию к поверхности частицы, а другая быть хорошо растворима в растворителе.

Для создания стерического барьера можно использовать гипердисперсанты типа  
30 Solspers компании Lubrizol. Также возможно использование эмульгаторов Cithrol DPNS фирмы Croda. Данный эмульгатор представляет собой блок-сополимер типа А-В-А, где А- пол(12-гидростериновая кислота), В-полиэтиленоксид. При этом поверхность частицы должна быть гидрофильной или же предварительно покрыта полимером, имеющим гидрофильные группы. Вообще возможно использование других блок-  
35 сополимеров типа А-В или А-В-А, так что части А хорошо растворимы в предельных углеводородах, а части В имеют адгезию к выбранной поверхности.

Таким образом, получается стабильная суспензия асимметрично заряженных частиц. Заряд частиц осуществляется выбором соответствующего зарядчика (ПАВ), стабилизация суспензии достигается выбором соответствующего полимера для создания  
40 стерического барьера.

Для создания электрооптического устройства данную суспензию помещают между двух электродов, по крайней мере, один из которых прозрачный. Можно использовать два стекла с нанесенным на них оксидом индия (ИТО). Для исключения протекания токов электроды необходимо изолировать, например, нанеся на них оксид кремния  
45 толщиной 0,2 мкм. Также возможно покрытие электродов другим непроводящим прозрачным слоем.

Для получения необходимой оптической плотности можно варьировать концентрацию частиц в суспензии и расстояние между электродами.



Частицы в суспензии находятся в разупорядоченном состоянии, поэтому свет поглощается и не проходит через электрооптическое устройство. При прикладывании постоянного поля частицы, обладающие асимметричным зарядом, повернутся в соответствии с полярностью поля, устройство станет прозрачно. Если после этого  
 5 приложить поле другой полярности, частицы начнут поворачиваться и в определенный момент перейдут в состояние, перпендикулярное падающему свету, и устройство станет непрозрачно. Если в этот момент поле выключить, устройство будет оставаться в непрозрачном состоянии за счет Броуновского движения частиц, вынуждающих их оставаться в хаотичном состоянии.

Если один из электродов сделать непрозрачным, тогда данное электрооптическое устройство может работать на «отражение». При прикладывании постоянного поля частицы повернутся в соответствии с полярностью поля и устройство приобретет цвет заднего фона. Если после этого приложить поле другой полярности, частицы начнут поворачиваться и в определенный момент частицы перейдут в состояние,  
 10 перпендикулярное падающему свету, и устройство приобретет цвет частиц. Если поле в этот момент выключить, устройство будет иметь цвет частиц.

Взятый за прототип Gyricon rotating ball display имеет типичный размер сферы - 100 мкм. Такой дисплей имеет времена переключения в диапазоне от 80 до 100 мс (The Gyricon rotating ball display, N.K. Sheridan, etc., Xerox Palo Alto Research Center, ISSN1083-  
 20 1312/97/1701-L082, SID, 1997). Однако, как отмечают авторы статьи, при уменьшении размера сферы скорости переключения возрастают. Для сферы диаметром 30 мкм время поворота сферы на 180 градусов достигает 10 мс.

В случае вытянутой (цилиндрической или стержнеобразной) частицы сопоставимого размера можно ожидать, что времена переключения будут не хуже 10 мс. Более того,  
 25 в предлагаемом устройстве для переключения устройства из состояния с наибольшей прозрачностью в состояние с наименьшей прозрачностью (или наоборот) необходимо повернуть частицы на 90 градусов, а не на 180. В этом случае сокращается время переключения примерно в два раза, то есть 5 мс, при прочих равных условиях. Более того, при дальнейшем уменьшении размера частиц время переключения еще более  
 30 сократится. Таким образом, для частиц размером несколько микрон можно ожидать времена переключения порядка единиц миллисекунд.

Кроме того, предложенное решение обеспечивает высокую контрастность, надежность и разрешающую способность дисплея.

#### Формула изобретения

1. Электрооптическая ячейка, содержащая две диэлектрические пластины, из которых, по крайней мере, одна прозрачная, на внутренние поверхности диэлектрических пластин нанесены прозрачные токопроводящие слои с выводами для подключения к источнику  
 40 питания, между пластинами размещена суспензия на основе неполярной жидкости с частицами, противоположные участки частиц имеют разный электрический заряд, отличающаяся тем, что частицы имеют вытянутую форму, причем разные электрические заряды расположены с противоположных концов частиц.

2. Электрооптическая ячейка по п. 1, отличающаяся тем, что противоположные концы покрыты разными веществами, нанесенными методом наклонного напыления.

3. Электрооптическая ячейка по п. 1, отличающаяся тем, что частицы изготовлены при помощи полимерной маски.

4. Электрооптическая ячейка по п.1, отличающаяся тем, что частицы представляют собой графитовые наночастицы.

5. Электрооптическая ячейка по п.1, отличающаяся тем, что частицы представляют собой углеродные нановолокна.

6. Электрооптическая ячейка по п.1, отличающаяся тем, что частицы представляют собой углеродные нанотрубки.

5

10

15

20

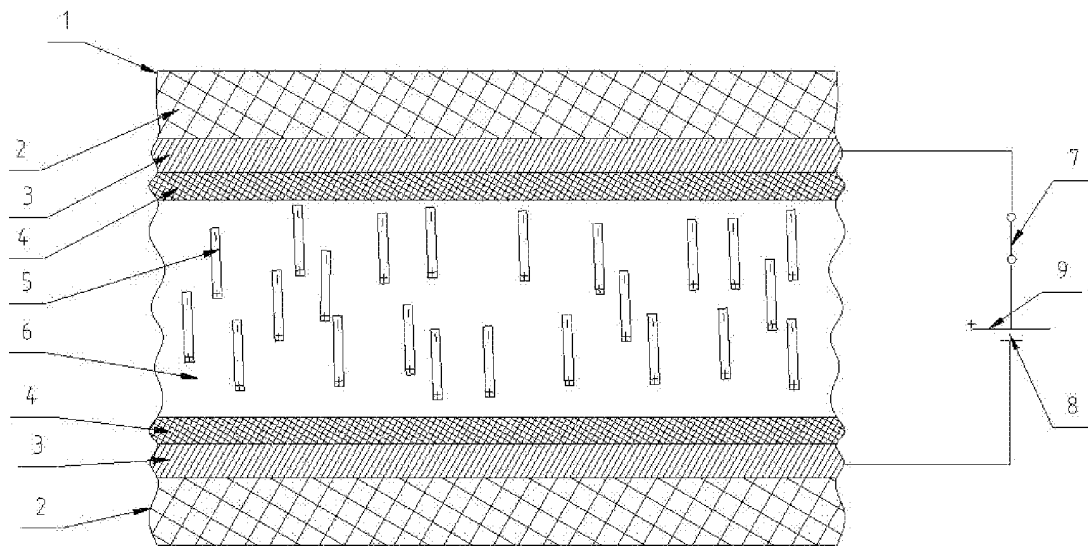
25

30

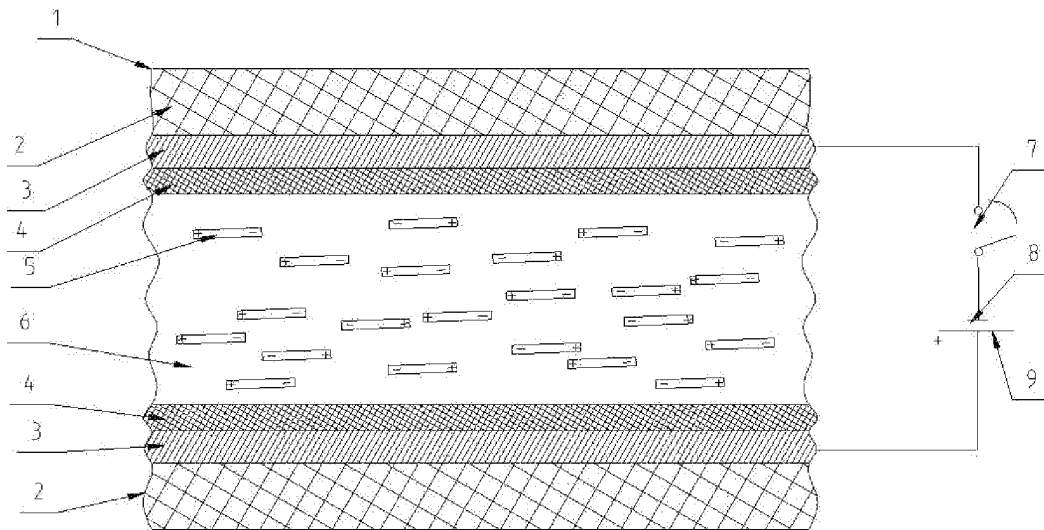
35

40

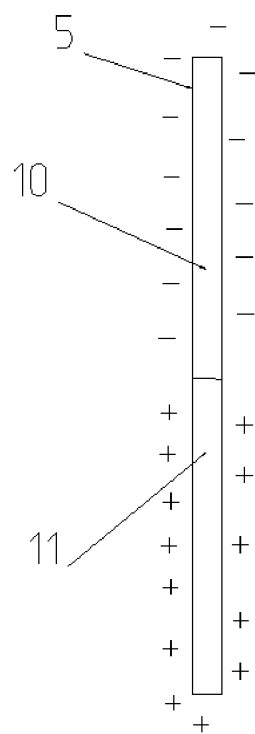
45



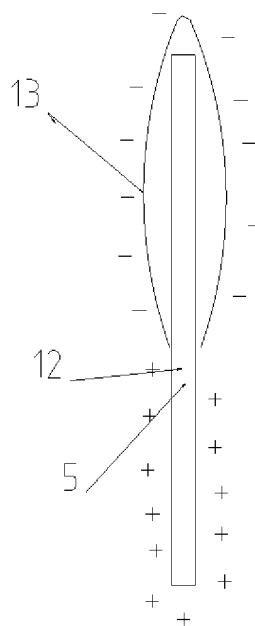
Фиг.2



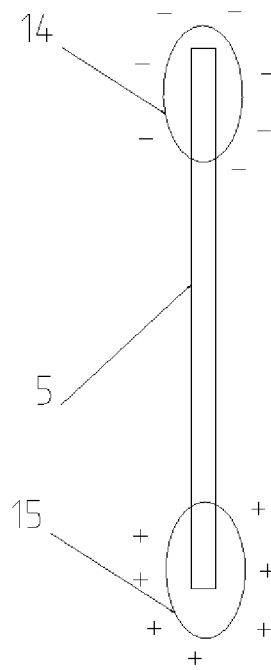
Фиг.3



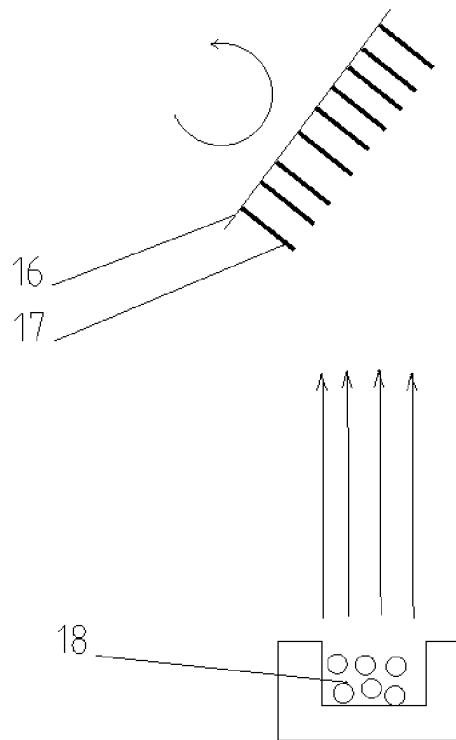
Фиг. 4



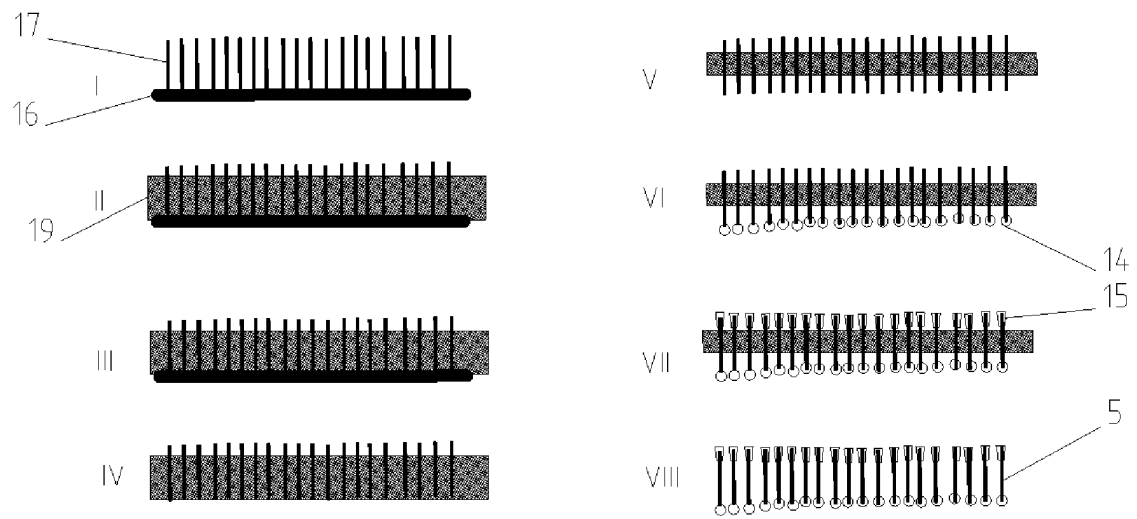
Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7



Фиг. 8