



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
G02F 1/137 (2020.08)

(21)(22) Заявка: 2020114831, 14.04.2020

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
14.04.2020

Дата регистрации:
20.11.2020

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 14.04.2020

(45) Опубликовано: 20.11.2020 Бюл. № 32

Адрес для переписки:
660036, г. Красноярск, ул. Академгородок, 50,
КНЦ СО РАН, отдел патентной и
изобретательской работы

(72) Автор(ы):

Фейзер Кристина Андреевна (RU),
Крахалев Михаил Николаевич (RU),
Прищепа Оксана Олеговна (RU),
Сутормин Виталий Сергеевич (RU),
Зырянов Виктор Яковлевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
научное учреждение "Федеральный
исследовательский центр "Красноярский
научный центр Сибирского отделения
Российской академии наук" (ФИЦ КНЦ СО
РАН, КНЦ СО РАН) (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: US 2007159585 A1, 12.07.2007. JP
2011039369 A, 24.02.2011. US 6781665 B2,
24.08.2004.

(54) ЭЛЕКТРООПТИЧЕСКИЙ ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКИЙ ЭЛЕМЕНТ С НИЗКИМ УПРАВЛЯЮЩИМ НАПРЯЖЕНИЕМ И ВЫСОКИМ КОНТРАСТОМ

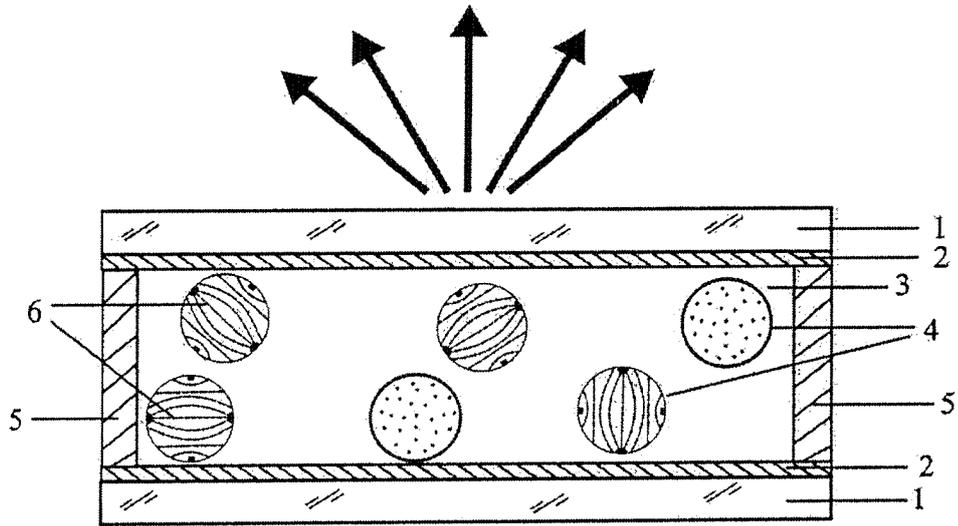
(57) Реферат:

Изобретение относится к оптоэлектронной технике и предназначено для управления интенсивностью проходящего света с использованием электрического поля. Электрооптический элемент состоит из двух параллельно расположенных пластин с прозрачными электродами на внутренних сторонах и расположенной между электродами полимерной пленкой с капсулированными в ней каплями нематического жидкого кристалла. Компоненты для композиции «полимер - нематический жидкий кристалл» подобраны так,

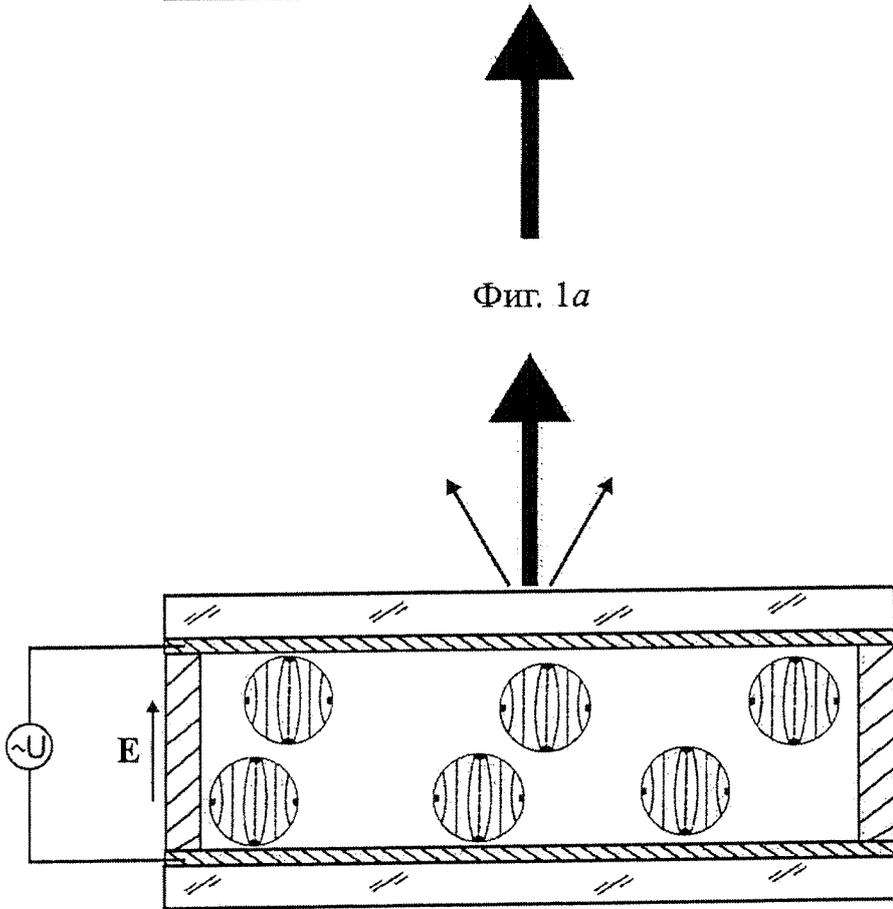
что $n_{\perp} = n_p$. Используемая композиция обеспечивает коническое поверхностное сцепление с углом наклона директора в интервале от 30 до 50° к нормали для нематического жидкого кристалла на межфазной границе полимер-ЖК, в результате чего в каплях формируется аксиал-биполярная ориентационная структура. Техническим результатом является создание электрически управляемого элемента, обладающего низким управляющим напряжением и высоким контрастом. 1 ил.

RU
2 7 3 6 8 1 5
C 1

RU
2 7 3 6 8 1 5
C 1



Фиг. 1а



Фиг. 1б



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
G02F 1/137 (2020.08)

(21)(22) Application: **2020114831, 14.04.2020**

(24) Effective date for property rights:
14.04.2020

Registration date:
20.11.2020

Priority:

(22) Date of filing: **14.04.2020**

(45) Date of publication: **20.11.2020 Bull. № 32**

Mail address:

**660036, g. Krasnoyarsk, ul. Akademgorodok, 50,
KNTS SO RAN, otdel patentnoj i izobretatelskoj
raboty**

(72) Inventor(s):

**Fejzer Kristina Andreevna (RU),
Krakhalev Mikhail Nikolaevich (RU),
Prishchepa Oksana Olegovna (RU),
Sutormin Vitalij Sergeevich (RU),
Zyryanov Viktor Yakovlevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federalnoe gosudarstvennoe byudzhethnoe
nauchnoe uchrezhdenie "Federalnyj
issledovatelskij tsentr "Krasnoyarskij nauchnyj
tsentr Sibirskogo otdeleniya Rossijskoj akademii
nauk" (FITS KNTS SO RAN, KNTS SO RAN)
(RU)**

(54) **ELECTROOPTIC LIQUID CRYSTAL ELEMENT WITH LOW CONTROL VOLTAGE AND HIGH CONTRAST**

(57) Abstract:

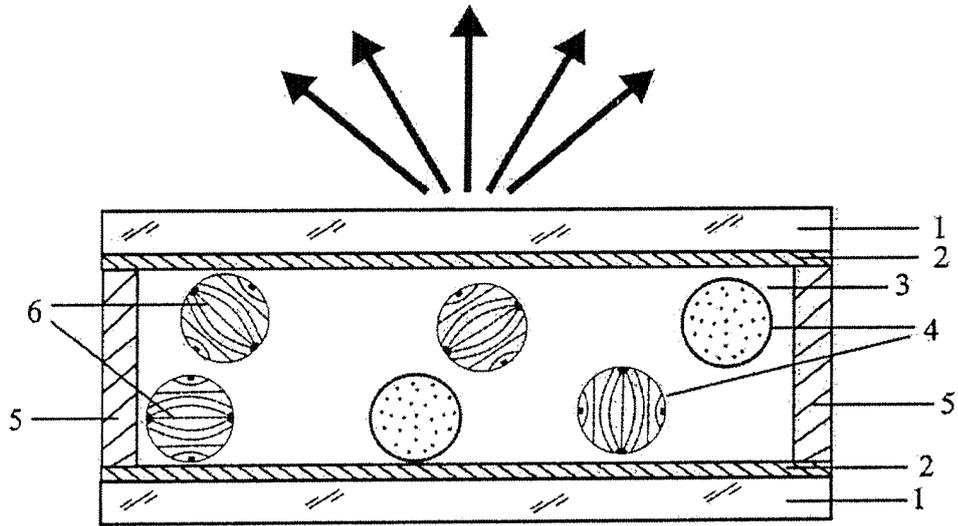
FIELD: optoelectronic engineering.

SUBSTANCE: invention relates to optoelectronic equipment and is intended to control intensity of transmitted light using an electric field. Electrooptical element consists of two parallel plates with transparent electrodes on inner sides and a polymer film with electrolytic capsules encapsulated therein with droplets of a nematic liquid crystal. Components for composition "polymer-nematic liquid crystal" are selected so that $n_{\perp} = n_p$. Used composition provides conical surface

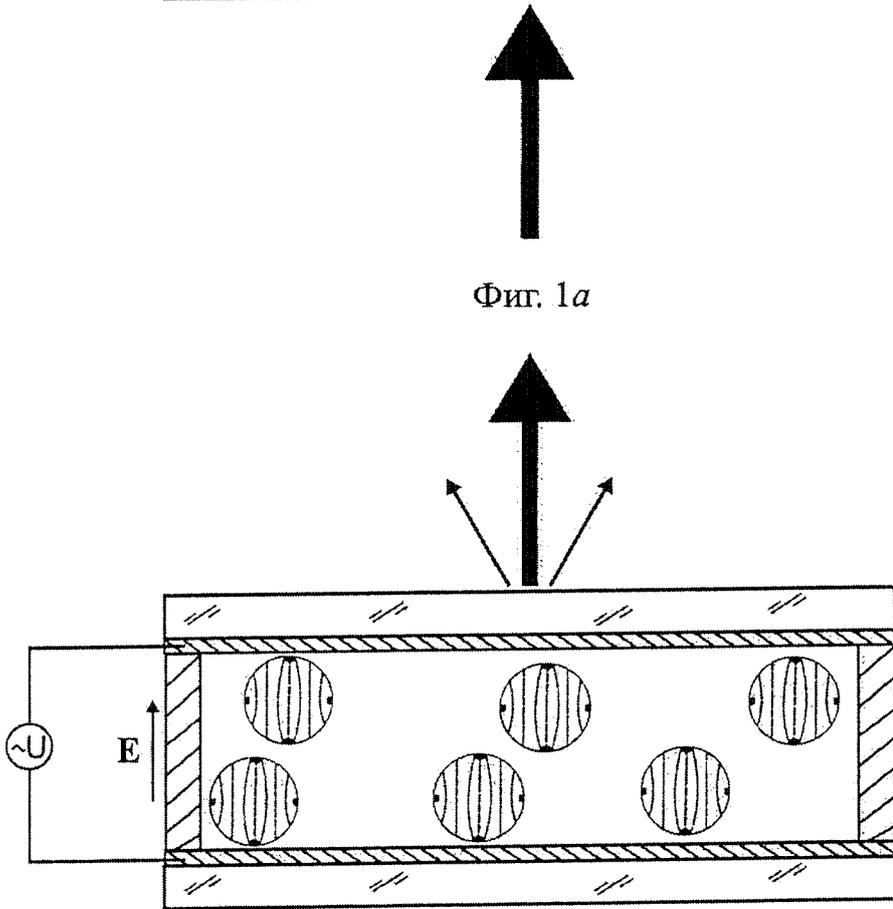
engagement with director inclination angle in range from 30 to 50° to the normal for the nematic liquid crystal at the polymer-liquid crystal phase interface, as a result of which an axial-bipolar orientation structure is formed in the drops.

EFFECT: technical result is creation of electrically controlled element, having low control voltage and high contrast.

1 cl, 1 dwg



Фиг. 1а



Фиг. 1б

Изобретение относится к оптоэлектронной технике, в частности к устройствам и элементам, основанным на жидких кристаллах (ЖК) и предназначенным для управления интенсивностью проходящего света с использованием электрического поля.

Известны электрооптические элементы на основе светорассеяния [Drzaic P.S. Liquid crystal dispersions. - Singapore: World Scientific, 1995. - 448 p.], состоящие из двух подложек с электродами, между которыми располагается полимерная пленка с капсулированными в ней каплями нематического жидкого кристалла, имеющими биполярную ориентационную структуру вследствие тангенциального (планарного) сцепления палочкообразных молекул ЖК с поверхностью полимера. Полимер и ЖК подбираются таким образом, чтобы перпендикулярная компонента показателя преломления ЖК n_{\perp} была близка к показателю преломления n_p полимера ($n_{\perp} \approx n_p$), а величина двулучепреломления ЖК ($\Delta n = n_{\parallel} - n_{\perp}$) была максимальной. Здесь значками \parallel и \perp отмечается поляризация света параллельно и перпендикулярно директору ЖК (преимущественному направлению ориентации палочкообразных молекул ЖК), соответственно. В исходном состоянии биполярные оси в каплях ЖК ориентированы произвольно в плоскости композитной пленки. Управление интенсивностью света, прошедшего через композитную пленку, осуществляется путем приложения электрического поля перпендикулярно подложкам, которое вызывает переориентацию директора в каплях ЖК вдоль поля, если диэлектрическая анизотропия ЖК положительна. В отсутствие электрического поля пленка сильно рассеивает ортогонально падающий на элемент свет вследствие большого градиента показателя преломления ($n_{\parallel} - n_{\perp}$) на межфазной границе между полимерной матрицей и жидким кристаллом. Под действием электрического поля композитная пленка переходит в практически прозрачное состояние (состояние с малым светорассеянием), поскольку градиент показателя преломления на границе полимер-ЖК становится минимальным, так как $n_{\perp} \approx n_p$. Основными характеристиками таких электрооптических элементов являются пороговое напряжение V_{th} , напряжение насыщения V_{sat} и коэффициент контрастности CR. Пороговым напряжением V_{th} и напряжением насыщения V_{sat} обычно считают значения прикладываемого напряжения, необходимые для достижения 10% и 90% от разности между максимальной и минимальной величиной светопропускания, соответственно. Величина светопропускания T , в свою очередь, определяются отношением интенсивности I света, прошедшего через ячейку, к интенсивности I_0 падающего света: $T = (I/I_0) \cdot 100\%$. Коэффициентом контрастности CR является отношение максимального светопропускания ячейки T_{max} к минимальному светопропусканию T_{min} : $CR = T_{max}/T_{min}$.

Наиболее близким по совокупности существенных признаков аналогом является элемент с электрически управляемым светопропусканием [Liu F., Cao H., Mao Q., Song P., Yang H. Effects of monomer structure on the morphology of polymer networks and the electro-optical properties of polymer-dispersed liquid crystal films // Liq. Cryst. - 2012. - Vol. 39, No. 12. P. 419-424], содержащий две стеклянные подложки с прозрачными электродами на внутренних сторонах, между которыми расположен капсулированный полимером жидкий кристалл (polymer dispersed liquid crystal). Капсулированный полимером жидкий кристалл представляет собой полимерную пленку толщиной 20 мкм с капсулированными в ней каплями нематического жидкого кристалла с биполярной ориентационной структурой. Композитная пленка в исходном состоянии интенсивно рассеивает падающий на нее свет и светопропускание составляет 0.44%. При подаче переменного

напряжения пленка переходит в прозрачное состояние с максимальным светопропусканием $T_{\max}=80\%$. При этом величина порогового напряжения составляет 9.0 В, напряжение насыщения $V_{\text{sat}}=28.6$ В, а коэффициент контрастности $CR=180$.

5 Недостатками известного устройства являются малое значение коэффициента контрастности и достаточно большие значения порогового напряжения и напряжения насыщения.

10 Техническим результатом изобретения является создание элемента с электрически управляемым светопропусканием на основе пленки капсулированного полимером жидкого кристалла с коническим поверхностным (межфазным) сцеплением, обладающего высоким значением коэффициента контрастности и низкими значениями порогового напряжения и напряжения насыщения.

15 Указанный технический результат достигается тем, что в электрооптической композитной ячейке, состоящей из двух параллельно расположенных пластин с прозрачными электродами на внутренних сторонах, задающими направление электрического поля перпендикулярно пластинам, и расположенной между электродами полимерной пленкой с капсулированными в ней каплями нематического ЖК, причем компоненты для композиции «полимер - нематический жидкий кристалл» подобраны так, что $n_{\perp}=n_p$, новым является то, что используемые компоненты обеспечивают коническое поверхностное сцепление с углом наклона директора в интервале от 30° до 50° к нормали для нематического жидкого кристалла на межфазной границе полимер-ЖК, в результате чего в каплях формируется аксиал-биполярная ориентационная структура.

20 Отличия заявляемого электрооптического элемента от прототипа заключаются в том, что для композиции «полимер - жидкий кристалл» компоненты подобраны таким образом, что обеспечивается коническое поверхностное сцепление с углом наклона директора в интервале от 30° до 50° к нормали для нематического жидкого кристалла на межфазной границе полимер-ЖК, в результате чего в каплях формируется аксиал-биполярная ориентационная структура.

30 Эти признаки позволяют сделать вывод о соответствии заявляемого технического решения критерию «новизна».

При изучении других известных технических решений в данной области техники, признаки, отличающие заявляемое изобретение от прототипа, не выявлены и потому они обеспечивают заявляемому техническому решению соответствие критерию «изобретательский уровень».

35 Изобретение поясняется чертежом, на котором схематически изображено поперечное сечение заявляемого электрооптического элемента (фиг. 1).

40 Заявляемая электрооптическая ячейка содержит две параллельно расположенные пластины 1 с прозрачными электродами 2 на внутренних сторонах, между которыми расположена полимерная пленка 3 с капсулированными в ней каплями нематического жидкого кристалла 4, в которых формируется аксиал-биполярная ориентационная структура. В качестве пластин 1 могут быть использованы стеклянные подложки или гибкие полимерные пленки, изготовленные, например, из полиэтилентерефталата. Толщина полимерной пленки, содержащей капли жидкого кристалла, задается спейсерами 5. В качестве полимера использован полиизобутил метакрилат (ПиБМА) (www.sigmaaldrich.com). В качестве жидкого кристалла использована нематическая смесь ЛН-396 [Krakhalev M.N., Prishchepa O.O., Sutormin V.S., Zyryanov V.Ya. Director configurations in nematic droplets with tilted surface anchoring // Liq. Cry St. - 2017. - Vol. 47,

№. 2. Р. 355-363], для которой на границе с ПиБМА реализуется коническое сцепление с углом наклона директора в интервале от 30° до 50° к нормали на межфазной границе полимер-ЖК. При этом перпендикулярная компонента показателя преломления нематической смеси ЛН-396 n_{\perp} примерно равна показателю преломления полимерной матрицы ($n_{\perp}=n_p$).

Заявляемый электрооптический элемент функционирует следующим образом. В отсутствие внешнего электрического поля (фиг. 1а) композитная пленка рассеивает ортогонально падающий на нее свет вследствие произвольной ориентации биполярных осей b в каплях жидкого кристалла 4 с аксиал-биполярной ориентационной структурой. При подаче на электроды 2 электрического сигнала биполярные оси b капель нематического жидкого кристалла 4 ориентируются вдоль электрического поля E , направленного перпендикулярно подложкам (фиг. 1б). Вследствие этого, для нормально падающего света показатель преломления ЖК становится близким к n_{\perp} , который, в свою очередь, примерно равен показателю преломления полимерной матрицы n_p , и свет проходит через композитную пленку практически не рассеиваясь. Примеры:

В качестве 1-го примера был изготовлен электрооптический элемент с применением следующих операций:

1. Смесь полимера ПиБМА и нематической смеси ЛН-396 в весовых соотношениях 40:60, соответственно, растворялась в этилацетате, количество которого по отношению к суммарной массе полимера и ЖК было равно 10:1. Полученный раствор наносился на поверхность стеклянной подложки, покрытой прозрачным ИТО электродом, и затем высушивался до полного удаления этилацетата.

2. На части подложки непокрытой композитной пленкой располагались тефлоновые спейсеры толщиной 20 мкм.

3. Композитная пленка и тефлоновые спейсеры накрывались стеклянной пластиной с прозрачным ИТО электродом, и полученная ячейка помещалась под пресс, нагревалась до 70°C и выдерживалась при этой температуре в течение 30 минут.

4. После нагревания вышеописанная ячейка извлекалась из пресса и охлаждалась до комнатной температуры в течение 1 минуты. В результате формировался электрооптический элемент, изображенный на фиг. 1.

В отсутствии электрического поля электрооптический элемент интенсивно рассеивает падающий на него свет и светопропускание составляет $T_{\min}=0.11\%$. При подаче переменного напряжения частотой 1 кГц электрооптический элемент переходит в прозрачное состояние с максимальным светопропусканием $T_{\max}=89.3\%$. При этом величина порогового напряжения V_{th} составляет 5.6 В, напряжение насыщения $V_{sat}=9.8$ В, а коэффициент контрастности $CR=812$.

В качестве 2-го примера был изготовлен электрооптический элемент с применением следующих операций:

1. Смесь полимера ПиБМА и нематической смеси ЛН-396 в весовых соотношениях 45:55, соответственно, растворялась в этилацетате, количество которого по отношению к суммарной массе полимера и ЖК было равно 10:1. Полученный раствор наносился на поверхность стеклянной подложки, покрытой прозрачным ИТО электродом, и затем высушивался до полного удаления этилацетата.

2. На части подложки непокрытой композитной пленкой располагались тефлоновые спейсеры толщиной 30 мкм.

3. Композитная пленка и тефлоновые спейсеры накрывались стеклянной пластиной с прозрачным ИТО электродом, и полученная ячейка помещалась под пресс, нагревалась

до 70°C и выдерживалась при этой температуре в течение 30 минут.

4. После нагревания вышеописанная ячейка извлекалась из пресса и охлаждалась до комнатной температуры в течение 1 минуты. В результате формировался электрооптический элемент, изображенный на фиг. 1.

5 В отсутствии электрического поля электрооптический элемент интенсивно рассеивает падающий на него свет и светопропускание составляет $T_{\min}=0.32\%$. При подаче переменного напряжения частотой 1 кГц электрооптический элемент переходит в прозрачное состояние с максимальным светопропусканием $T_{\max}=81.0\%$. При этом величина порогового напряжения V_{th} составляет 8.6 В, напряжение насыщения $V_{sat}=12.4$
10 В, а коэффициент контрастности $CR=253$.

В качестве 3-го примера был изготовлен электрооптический элемент с применением следующих операций:

1. Смесь полимера ПиБМА и нематической смеси ЛН-396 в весовых соотношениях
15 40: 60 соответственно растворялась в этилацетате, количество которого по отношению к суммарной массе полимера и ЖК было равно 10:1. Полученный раствор наносился на поверхность стеклянной подложки, покрытой прозрачным ИТО электродом, и затем высушивался до полного удаления этилацетата.

2. На части подложки непокрытой композитной пленкой располагались тефлоновые
20 спейсеры толщиной 30 мкм.

3. Композитная пленка и тефлоновые спейсеры накрывались стеклянной пластиной с прозрачным ИТО электродом, и полученная ячейка помещалась под пресс, нагревалась до 70°C и выдерживалась при этой температуре в течение 30 минут.

4. После нагревания вышеописанная ячейка извлекалась из пресса и охлаждалась
25 до комнатной температуры в течение 1 минуты. В результате формировался электрооптическая ячейка, изображенная на фиг. 1.

В отсутствии электрического поля электрооптический элемент интенсивно рассеивает падающий на нее свет и светопропускание составляет $T_{\min}=0.02\%$. При подаче переменного напряжения частотой 1 кГц электрооптический элемент переходит в
30 прозрачное состояние с максимальным светопропусканием $T_{\max}=84.7\%$. При этом величина порогового напряжения V_{th} составляет 8.0 В, напряжение насыщения $V_{sat}=12.0$ В, а коэффициент контрастности $CR=4235$.

Исследования полученных экспериментальных образцов показали, что заявляемый
35 электрооптический элемент по совокупности физико-технических характеристик не уступает прототипу. В тоже время были получены более высокие значения коэффициента контрастности CR , и более низкие значения порогового напряжения и напряжения насыщения. Так, для устройства, описанного в Примере 3, где толщина композитной пленки составляла 30 мкм, было достигнуто увеличение CR примерно в 23.5 раза, а значения V_{th} и V_{sat} были уменьшены в 1.1 и 2.4 раза, соответственно, в сравнении с
40 прототипом. Даже для устройства, описанного в Примере 1, где толщина композитной пленки, как и в прототипе, составляла 20 мкм, было достигнуто увеличение CR примерно в 4.5 раза, а значения V_{th} и V_{sat} были уменьшены в 1.6 и 2.9 раза, соответственно, в сравнении с прототипом.

45 Предлагаемый электрооптический элемент может использоваться в приборах и устройствах, где необходимо иметь компактный, дешевый, простой в изготовлении и надежный в эксплуатации высококонтрастный элемент с низковольтным управлением интенсивностью прошедшего света.

(57) Формула изобретения

Электрооптический жидкокристаллический элемент с низким управляющим напряжением и высоким контрастом, состоящий из двух параллельно расположенных пластин с прозрачными электродами на внутренних сторонах, задающими направление электрического поля перпендикулярно пластинам, и расположенной между электродами полимерной пленкой с капсулированными в ней каплями нематического жидкого кристалла, причем компоненты для композиции «полимер - нематический жидкий кристалл» подобраны так, что $n_{\perp} = n_p$, отличающийся тем, что для используемой композиции компоненты выбраны таким образом, что обеспечивается коническое поверхностное сцепление с углом наклона директора в интервале от 30 до 50° к нормали для нематического жидкого кристалла на межфазной границе полимер-ЖК, в результате чего в каплях формируется аксиал-биполярная ориентационная структура.

15

20

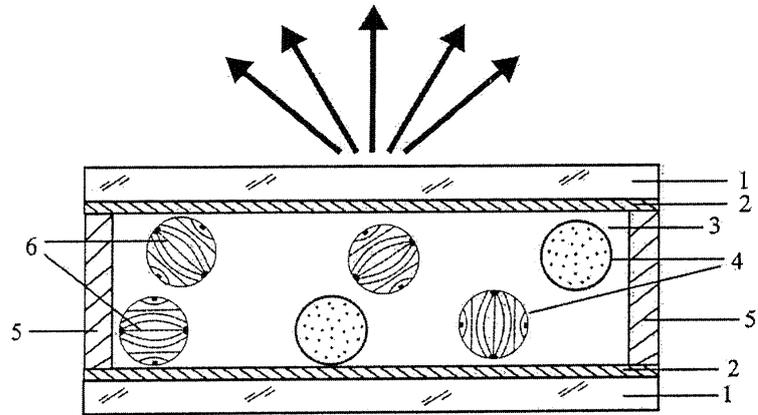
25

30

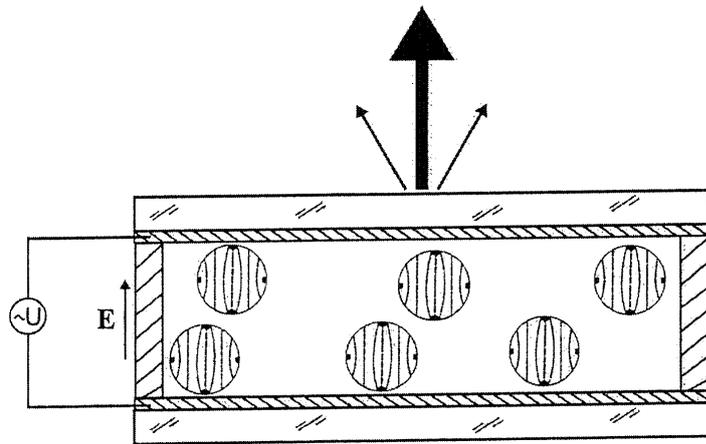
35

40

45



Фиг. 1а



Фиг. 1б