

# РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



## ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2601616

### ЭЛЕКТРООПТИЧЕСКИЙ ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКИЙ ЭЛЕМЕНТ

Патентообладатель(ли): **ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ  
БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ  
ФИЗИКИ им. Л.В. Киренского Сибирского отделения  
Российской академии наук (RU)**

Автор(ы): *см. на обороте*

Заявка № 2015131651

Приоритет изобретения 29 июля 2015 г.

Зарегистрировано в Государственном реестре  
изобретений Российской Федерации 13 октября 2016 г.

Срок действия патента истекает 29 июля 2035 г.

Руководитель Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности

Г.П. Ивлиев



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



(19) **RU** <sup>(11)</sup>

**2601616** <sup>(13)</sup> **C1**

(51) МПК  
**G02F1/137** (2006.01)  
**G02F1/137** (2006.01)

**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**

Статус: по данным на 07.11.2016 - нет данных

(21), (22) Заявка: **2015131651/28, 29.07.2015**

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
**29.07.2015**

Приоритет(ы):  
 (22) Дата подачи заявки: **29.07.2015**

(45) Опубликовано: **10.11.2016**

(56) Список документов, цитированных в отчете о  
 поиске: **KR 20130081061 A, 16.07.2013. RU 2449333  
 C1, 27.04.2012. SU 526843 A1, 30.08.1976. BY 14753  
 C1, 30.08.2011.**

Адрес для переписки:  
**660036, г. Красноярск, Академгородок, 50, стр. 38,  
 ИФ СО РАН, патентный отдел**

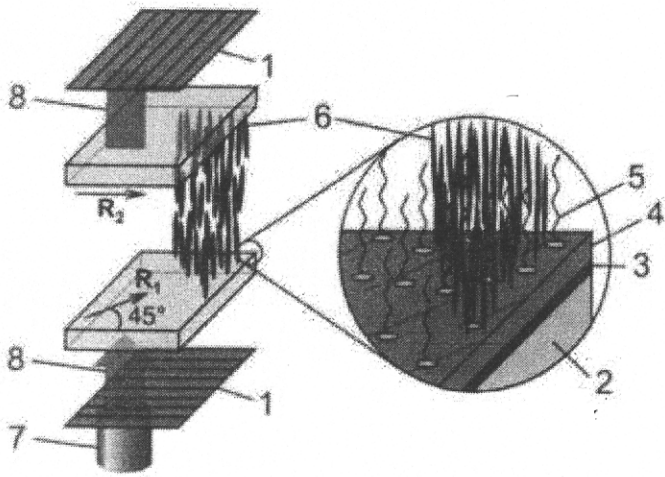
(72) Автор(ы):  
**Сутормин Виталий Сергеевич (RU),  
 Крахалев Михаил Николаевич (RU),  
 Зырянов Виктор Яковлевич (RU)**

(73) Патентообладатель(и):  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ  
 БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ  
 ИНСТИТУТ ФИЗИКИ им. Л.В. Киренского  
 Сибирского отделения Российской  
 академии наук (RU)**

**(54) ЭЛЕКТРООПТИЧЕСКИЙ ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКИЙ ЭЛЕМЕНТ**

(57) Реферат:

Изобретение относится к оптоэлектронной технике, в частности к устройствам и элементам на основе жидких кристаллов (ЖК), предназначенным для управления интенсивностью проходящего света. Элемент представляет собой два скрещенных поляризатора, между которыми расположена жидкокристаллическая ячейка с ионно-сурфактантным управлением, состоящая из двух стеклянных пластин с прозрачными электродами на внутренних сторонах, покрытых полимерными пленками-ориентантами, и слоя нематического жидкого кристалла, допированного ионным сурфактантом, между ними. Направление натирания одной из подложек параллельно одному из поляризаторов. Направление натирания другой подложки составляет угол 45° с поляризаторами. Для управления светопропусканием используются биполярные электрические импульсы. Техническим результатом является увеличение быстродействия жидкокристаллического электрооптического элемента. 6 ил. \_



Фиг. 1а

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.

Во многих оптоэлектронных устройствах используются элементы, состоящие из двух скрещенных (или параллельных) поляризаторов, между которыми располагается жидкокристаллическая ячейка [Blinov L.M., Chigrinov V.G. Electrooptic effects in liquid crystal materials. New York: Springer-Verlag, 1994. 464 p.]. Приложение электрического поля к ячейке вызывает переориентацию директора ЖК (направление преимущественной ориентации палочкообразных молекул ЖК), что, в свою очередь, приводит к изменению светопропускания оптического элемента.

Наиболее близким по совокупности существенных признаков аналогом является электрооптический элемент [В.С. Сутормин, М.Н. Крахалев, О.О. Прищепа, В.Я. Зырянов «Электроуправляемый локальный переход Фредерикса в слое нематического жидкого кристалла», Письма в ЖЭТФ, 2012, Т. 96, Вып. 8, С. 562-567], представляющий собой два скрещенных поляризатора, между которыми расположена жидкокристаллическая ячейка с ионно-сурфактантным способом управления. Данная ячейка состоит из двух стеклянных подложек с прозрачными электродами на внутренних сторонах, покрытых полимерными пленками-ориентантами, направления натирания которых параллельны и составляют угол  $45^\circ$  с поляризаторами. Между этими двумя подложками располагается слой жидкого кристалла, в качестве которого используется смесь нематического ЖК и ионообразующего поверхностно-активного вещества (катионного сурфактанта цетилтриметиламмония бромида). В отсутствие управляющего электрического поля ионы сурфактанта адсорбируются на поверхности обеих подложек, задавая во всем объеме ЖК слоя ориентацию директора перпендикулярно (гомеотропно) подложкам, вследствие чего светопропускание электрооптического элемента для нормально падающего излучения близко к нулю. При подаче на электроды монополярного электрического импульса подложка-анод освобождается от катионов сурфактанта, и на ней за счет ориентирующего воздействия полимерной пленки-ориентанта директор ЖК ориентируется параллельно поверхности (планарно) в направлении натирания, т.е. под углом  $45^\circ$  к поляризаторам. На подложке-катоде сохраняется ориентация директора перпендикулярно ее поверхности. Формирование такой гомеопланарной конфигурации директора приводит к просветлению (увеличению светопропускания) оптического элемента. После окончания действия электрического импульса катионы сурфактанта вновь адсорбируются на подложку с планарным сцеплением, восстанавливая гомеотропную ориентацию директора во всем слое ЖК, и светопропускание элемента возвращается к исходному минимальному значению.

Недостатком прототипа является его малое быстродействие из-за того, что процесс релаксации директора ЖК в исходное состояние после выключения электрического импульса продолжается секунду и более.

Техническим результатом изобретения является увеличение быстродействия электрооптического жидкокристаллического элемента.

Указанный технический результат достигается тем, что в электрооптическом жидкокристаллическом элементе, содержащем два скрещенных поляризатора, между которыми расположена жидкокристаллическая ячейка с ионно-сурфактантным управлением, состоящая из двух стеклянных пластин с прозрачными электродами на внутренних сторонах, покрытых полимерными пленками-ориентантами, и слой нематического жидкого кристалла, допированного ионным сурфактантом, между ними, новым является то, что направление натирания одной из подложек параллельно одному из поляризаторов, направление натирания другой подложки составляет угол  $45^\circ$  с поляризаторами, а для управления светопропусканием используют биполярные электрические импульсы.

Отличия заявляемого электрооптического жидкокристаллического элемента от прототипа заключаются в том, что лишь на одной подложке направление натирания ориентировано под углом  $45^\circ$  к поляризаторам, в то время как направление натирания другой подложки параллельно одному из поляризаторов, а для управления используются биполярные электрические импульсы.

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 поэтому они обеспечивают заявляемому техническому решению соответствие критерию «изобретательский уровень».

Изобретение поясняется чертежами, на которых схематически изображен заявляемый электрооптический элемент с различными конфигурациями директора в ЖК ячейке и, соответственно, с различными состояниями светопропускания данного элемента (фиг. 1а, б, в).

Заявляемый элемент содержит два скрещенных относительно друг друга поляризатора 1, между которыми

располагается ЖК ячейка, состоящая из двух стеклянных пластин 2 с прозрачными электродами 3 на внутренних сторонах, покрытых полимерными пленками-ориентантами 4. Угол между направлением натирания  $R_1$  нижней подложки и поляризаторами составляет  $45^\circ$ . Направление натирания  $R_2$  верхней подложки параллельно нижнему поляризатору (такой же результат получается, если направление натирания  $R_2$  верхней подложки параллельно верхнему поляризатору). Между подложками располагается слой жидкого кристалла, в качестве которого используется смесь нематического ЖК и ионного сурфактанта. Адсорбированные на поверхности полимерной пленки-ориентанта катионы сурфактанта 5 обеспечивают для молекул жидкого кристалла 6 ориентацию во всем объеме ЖК ячейки перпендикулярно подложкам (фиг. 1а). Светопропускание нормально падающего неполяризованного излучения 7 для оптического элемента с такой ориентационной структурой ЖК равно нулю, поскольку линейно поляризованный свет 8 распространяется вдоль оптической оси ЖК и, соответственно, не изменяет состояние своей поляризации при прохождении жидкокристаллической ячейки.

Работает заявляемый электрооптический элемент следующим образом. На электроды 3 подается биполярный электрический сигнал, параметры которого (амплитуда, длительность) определяются характеристиками ЖК ячейки (состав композиции, толщина полимерных пленок-ориентантов и слоя жидкого кристалла). При направлении электрического поля «снизу вверх» (фиг. 1б) от катионов сурфактанта освобождается нижняя подложка, и молекулы ЖК на ней ориентируются планарно вдоль  $R_1$ , т.е. под углом  $45^\circ$  к поляризаторам. Ориентация молекул ЖК на верхней подложке остается гомеотропной к ее поверхности. Линейно поляризованный свет 8, распространяясь через ЖК ячейку с такой гомеопланарной структурой, испытывает двулучепреломление и выходит из ячейки эллиптически поляризованным 9, в результате чего часть его проходит через верхний поляризатор (ячейка просветляется). При изменении полярности приложенного электрического поля (фиг. 1в) от катионов сурфактанта освобождается уже верхняя подложка, и молекулы на ней ориентируются планарно вдоль  $R_2$ , т.е. параллельно нижнему поляризатору. В это время катионы сурфактанта подходят к нижней подложке и иницируют на ней гомеотропную ориентацию директора ЖК. Линейно поляризованный свет 8, распространяясь через ЖК ячейку с такой гомеопланарной структурой, не испытывает двулучепреломления, поэтому состояние его поляризации не изменяется и он гасится верхним поляризатором.

Примеры:

В качестве 1-го примера был изготовлен электрооптический жидкокристаллический элемент с ионно-сурфактантным способом управления, с применением следующих операций:

1. С использованием 13% водного раствора смеси поливинилового спирта, глицерина, лимонной кислоты и цетилтриметиламмония бромида (в соотношении 1:0.258:0.027:0.008 по весу), две стеклянные подложки с прозрачными электродами ITO на внутренних сторонах были покрыты полимерными пленками-ориентантами методом центрифугирования. Толщина полимерных пленок-ориентантов составила около 1.5 мкм.
2. Полимерные пленки-ориентанты были однонаправленно натерты.
3. Используя подготовленные подложки, была собрана ячейка так, что угол между направлениями натирания подложек составлял  $45^\circ$ . Толщина зазора составила 7 мкм.
4. Ячейка заполнялась смесью нематического жидкого кристалла 4-н-пентил-4'-цианобифенила и ионного сурфактанта цетилтриметиламмония бромида (в соотношении 1:0.006 по весу).
5. Был собран электрооптический элемент, то есть ЖК ячейка располагалась между скрещенными пленочными поляризаторами таким образом, чтобы угол между направлением натирания нижней подложки и поляризаторами составлял  $45^\circ$ , при этом направление натирания верхней подложки было параллельно нижнему поляризатору. Затем производилась склейка устройства.

В качестве 2-го примера был изготовлен электрооптический жидкокристаллический элемент с ионно-сурфактантным способом управления, с применением следующих операций:

1. С использованием 13% водного раствора смеси поливинилового спирта, глицерина, лимонной кислоты и цетилтриметиламмония бромида (в соотношении 1:0.258:0.027:0.008 по весу), две стеклянные подложки с прозрачными электродами ITO на внутренних сторонах были покрыты полимерными пленками-ориентантами методом центрифугирования. Толщина полимерных пленок-ориентантов составила около 1.5 мкм.
2. Полимерные пленки-ориентанты были однонаправленно натерты.
3. Используя подготовленные подложки, была собрана ячейка так, что угол между направлениями натирания

подложек составлял  $45^\circ$ . Толщина зазора составила 7 мкм.

4. Ячейка заполнялась смесью нематического жидкого кристалла 4-н-пентил-4'-цианобифенила и ионного сурфактанта цетилтриметиламмония бромида (в соотношении 1:0.006 по весу).

5. Был собран электрооптический элемент, то есть ЖК ячейка располагалась между скрещенными пленочными поляризаторами таким образом, чтобы угол между направлением натирания нижней подложки и поляризаторами составлял  $45^\circ$ , при этом направление натирания верхней подложки было параллельно верхнему поляризатору. Затем производилась склейка устройства.

В качестве 3-го примера был изготовлен электрооптический жидкокристаллический элемент с ионно-сурфактантным способом управления, с применением следующих операций:

1. С использованием 13% водного раствора смеси поливинилового спирта, глицерина, лимонной кислоты и тетрабутиламмония бромида (в соотношении 1:0.258:0.027:0.009 по весу), две стеклянные подложки с прозрачными электродами ИТО на внутренних сторонах были покрыты полимерными пленками-ориентантами методом центрифугирования. Толщина полимерных пленок-ориентантов составила около 1.5 мкм.

2. Полимерные пленки-ориентанты были однонаправленно натерты.

3. Используя подготовленные подложки, была собрана ячейка так, что угол между направлениями натирания подложек составлял  $45^\circ$ . Толщина зазора составила 7 мкм.

4. Ячейка заполнялась смесью нематического жидкого кристалла 4-н-пентил-4'-цианобифенила и ионного сурфактанта тетрабутиламмония бромида (в соотношении 1:0.006 по весу).

5. Был собран электрооптический элемент, то есть ЖК ячейка располагалась между скрещенными пленочными поляризаторами таким образом, чтобы угол между направлением натирания нижней подложки и поляризаторами составлял  $45^\circ$ , при этом направление натирания верхней подложки было параллельно нижнему поляризатору. Затем производилась склейка устройства.

В исходном состоянии свет не проходит через заявляемый электрооптический элемент, что подтверждает микрофотография части площади элемента, показанная на фиг. 2а. На фигурах 2а, б, в двойными стрелками обозначены направления поляризаторов;  $R_1$  и  $R_2$  - направления натирания нижней и верхней подложек, соответственно;  $E$  - приложенное электрическое поле. При приложении к ЖК ячейке электрического поля, направленного «снизу вверх», происходит увеличение светопропускания оптического элемента (фиг. 2б). При обратной полярности приложенного поля светопропускание элемента возвращается к исходному состоянию (фиг. 2в).

Анализ показал, что при использовании заявляемого элемента время переключения просветленного состояния (фиг. 2б) в затемненное (фиг. 2в) уменьшается более чем на порядок по сравнению с аналогичным временем в ячейке-прототипе.

Исследования экспериментальных образцов показали, что заявляемый электрооптический ЖК элемент имеет схожие с прототипом физико-технические характеристики. В то же время было достигнуто уменьшение времени переключения ячейки из просветленного в затемненное состояние более чем на порядок в сравнении с ячейкой-прототипом.

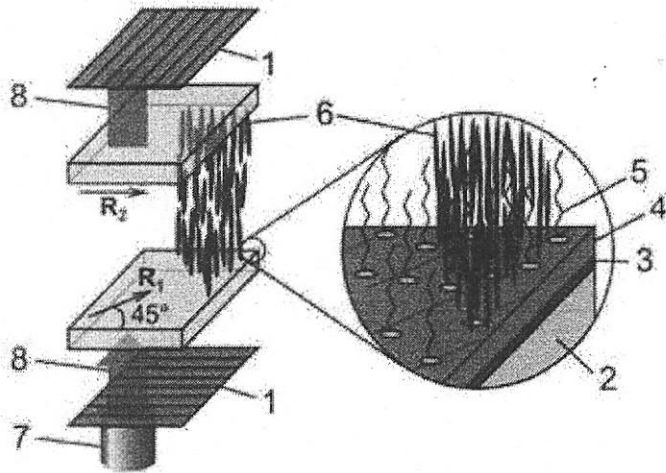
Предлагаемый электрооптический жидкокристаллический элемент с ионно-сурфактантным способом управления может использоваться в таких оптоэлектронных приборах и устройствах, где необходимо иметь компактный, дешевый, простой в изготовлении и надежный в эксплуатации элемент управления светопропусканием оптического излучения.

#### Формула изобретения

Электрооптический жидкокристаллический элемент, содержащий два скрещенных поляризатора, между которыми расположена жидкокристаллическая ячейка с ионно-сурфактантным управлением, состоящая из двух стеклянных пластин с прозрачными

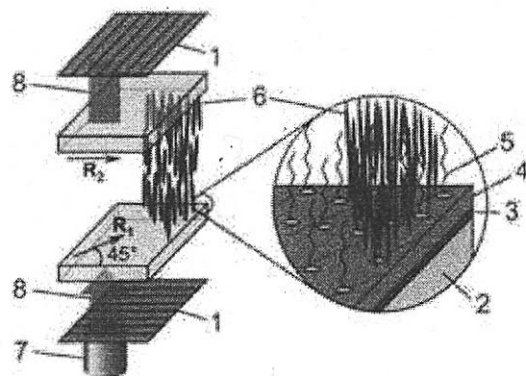
электродами на внутренних сторонах, покрытых полимерными пленками-ориентантами, и слоя нематического жидкого кристалла, допированного ионным сурфактантом, между ними, отличающийся тем, что направление натирания одной из подложек параллельно одному из поляризаторов, направление натирания другой подложки составляет угол  $45^\circ$  с поляризаторами, а для управления светопропусканием используют биполярные электрические импульсы.

РИСУНКИ

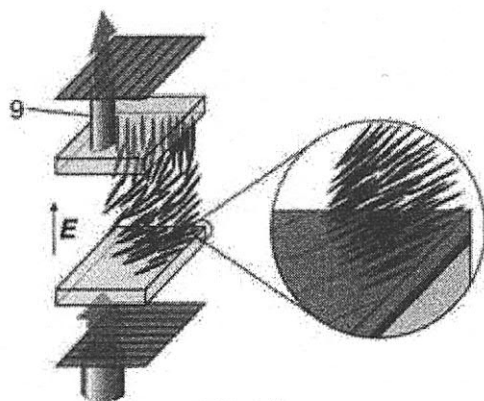


Фиг. 1а

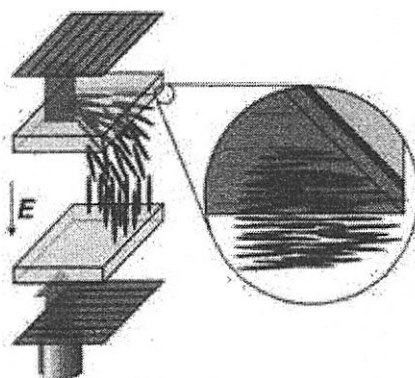
Электрооптический жидкокристаллический элемент



Фиг. 1а



Фиг. 1б

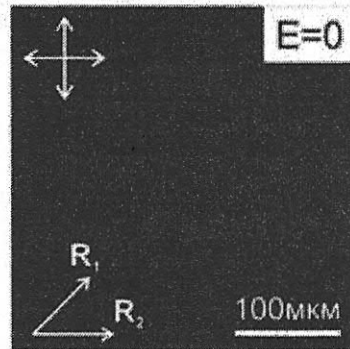


Фиг. 1в

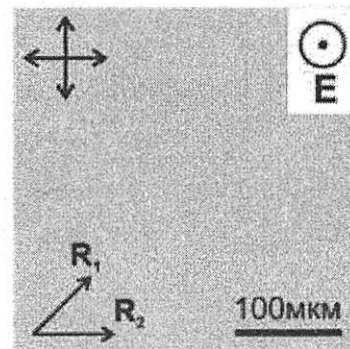


10

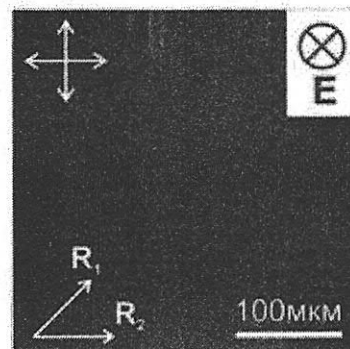
Электрооптический жидкокристаллический элемент



Фиг. 2а



Фиг. 2б



Фиг. 2в