ယ ယ

(51) M_ПK G02B *5/30* (2006.01) G02F *1/01* (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2014141459/28, 14.10.2014

(24) Дата начала отсчета срока действия патента: 14.10.2014

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 14.10.2014

(45) Опубликовано: 10.12.2015 Бюл. № 34

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: US 6388730 B1, 14.05.2002. KR 20010065713 A, 11.07.2001. JP 2013148883 A, 01.08.2013.

Адрес для переписки:

660036, г.Красноярск, Академгородок, 50, стр. 38, ИФ СО РАН, патентный отдел

(72) Автор(ы):

Прищепа Оксана Олеговна (RU), Крахлев Михаил Николаевич (RU), Зырянов Виктор Яковлевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

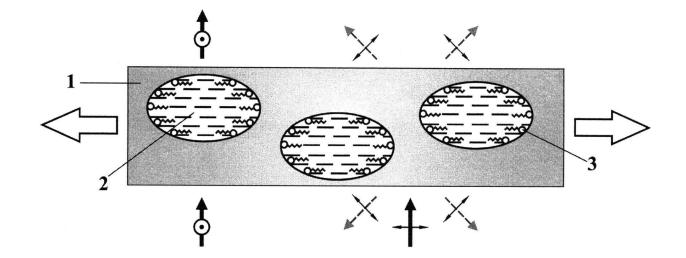
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ФИЗИКИ им. Л.В. Киренского Сибирского отделения Российской академии наук (RU)

(54) СВЕТОПОЛЯРИЗУЮЩИЙ ЭЛЕМЕНТ НА ОСНОВЕ АНИЗОТРОПИИ РАССЕЯНИЯ

(57) Реферат:

Изобретение относится к оптической технике и предназначено для получения линейно поляризованного света. Светополяризующий элемент на основе анизотропии рассеяния ориентированную одноосным растяжением полимерную пленку, обладающую тангенциальным сцеплением, с капсулированными в ней каплями нематического жидкого кристалла, имеющими вытянутую эллипсоидальную форму с длинной осью, параллельной направлению растяжения пленки. Компоненты для композиции "полимер - нематический жидкий кристалл" подобраны так, что n_{\perp} = n_{p} . В качестве жидкого кристалла используют смесь нематического жидкого кристалла с поверхностно-активным веществом, инициирующим гомеотропное и наклонное сцепление нематического жидкого кристалла с полимером. В каплях нематического жидкого кристалла образовано однородное упорядочение директора вдоль направления растяжения композитной пленки. Техническим результатом изобретения является увеличение коэффициента пропускания (уменьшение светорассеяния) полимеркомпозитных нематических пленок для прямо проходящего излучения, поляризованного перпендикулярно направлению их растяжения. 1 ил.

S



ဂ 7

257033

₩

S

7

0

ယ

ယ

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21)(22) Application: 2014141459/28, 14.10.2014

(24) Effective date for property rights: 14.10.2014

Priority:

(22) Date of filing: 14.10.2014

(45) Date of publication: 10.12.2015 Bull. № 34

Mail address:

660036, g.Krasnojarsk, Akademgorodok, 50, str. 38, IF SO RAN, patentnyj otdel

(72) Inventor(s):

Prishchepa Oksana Olegovna (RU), Krakhlev Mikhail Nikolaevich (RU), Zyrjanov Viktor Jakovlevich (RU)

(73) Proprietor(s):

FEDERAL'NOE GOSUDARSTVENNOE BJuDZhETNOE UChREZhDENIE NAUKI INSTITUT FIZIKI im. L.V. Kirenskogo Sibirskogo otdelenija Rossijskoj akademii nauk (RU)

(54) SCATTERING ANISOTROPY-BASED LIGHT-POLARISING ELEMENT

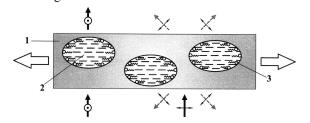
(57) Abstract:

FIELD: physics.

SUBSTANCE: scattering anisotropy-based lightpolarising element comprises a monoaxial extensionoriented polymer film having tangential adhesion, with nematic liquid crystal droplets encapsulated therein, said droplets having an elongated ellipsoidal shape with a long axis parallel to the stretching direction of the film. Components for the "polymer - nematic liquid crystal" composition are selected such that $n_{\perp}=n_p$. As the liquid crystal a mixture of a nematic liquid crystal with a surfactant is used which initiates homeotropic and inclined adhesion of the nematic liquid crystal with the polymer. Uniform director ordering along the extension direction of the composite film is formed in the nematic liquid crystal droplets.

EFFECT: high transmission coefficient of composite polymer-nematic films for directly transmitted radiation, which is polarised perpendicular to the extension direction of said films.

1 dwg



S

2

Изобретение относится к оптической технике, в частности к устройствам и элементам, предназначенным для линейной поляризации света с использованием анизотропии оптических свойств жидких кристаллов (ЖК).

Известен пленочный поляризатор [US 2237567, МПК G02B 5/30, опубл. 08.04.1941], содержащий прозрачную полимерную пленку, которая состоит из полимерных молекул, ориентированных преимущественно в одном направлении, и вещества (красителя), добавленного в полимер для обеспечения дихроизма (анизотропии поглощения света) пленки.

Недостаток вышеупомянутого поляризатора заключается в том, что его нельзя применять для поляризации мощных световых потоков, что существенно ограничивает область его использования. Данный недостаток обусловлен тем, что более половины падающего излучения поглощается дихроичным красителем, приводя к быстрому нагреву полимера до температуры плавления и последующей деструкции одноосно ориентированного состояния полимерной матрицы.

В отечественной литературе такие светополяризующие пленки, основанные на эффекте анизотропии поглощения света, часто называют поляроидными пленками. В настоящее время производимые промышленностью поляроидные пленки делаются из ориентированных одноосным растяжением полимерных пленок (обычно - пленок поливинилового спирта), окрашенных дихроичными органическими красителями или соединениями иода. При прохождении неполяризованного света через поляризатор дихроичного типа одна линейно поляризованная компонента, плоскость колебаний которой параллельна оси поглощения красителя, практически полностью поглощается и не используется, соответственно, в дальнейшем. Другая линейно поляризованная компонента, в которой плоскость колебаний перпендикулярна оси поглощения красителя, проходит через поляризатор, испытывая значительно меньшее поглощение. Таким способом в данных пленках осуществляется поляризация проходящего света.

Поляроидные пленки обладают высокой поляризующей способностью Р, определяемой соотношением:

$$P = (T_{\text{max}} - T_{\text{min}}) / (T_{\text{max}} + T_{\text{min}})$$
 (1)

и достаточно большой величиной T_{max} максимального пропускания в спектральном диапазоне дихроичных полос поглощения используемого красителя. Здесь T_{max} и T_{min} обозначают соответственно максимальное и минимальное пропускание линейно поляризованного света при его нормальном падении на плоскость поляроидной пленки. Поляроидные пленки являются наиболее распространенными светополяризующими элементами в оптической и оптоэлектронной технике благодаря их компактности, гибкости, механической прочности и дешевой технологии изготовления.

Наиболее близким по совокупности существенных признаков аналогом является пленочный поляризатор на основе анизотропии светорассеяния [V.Ya. Zyryanov, A.V. Barannik, V.V. Presnyakov, S.L. Smorgon, A.V. Shabanov, V.F. Shabanov, V.A. Zhuikov. Uniaxially oriented films of polymer dispersed liquid crystals: textures, optical properties and applications // Mol. Cryst. Liq. Cryst. 2005. V. 438. P. 163-173 (прототип)], содержащий ориентированную одноосным растяжением пленку полимера, обладающего тангенциальным сцеплением (при котором молекулы жидкого кристалла (ЖК) ориентируются тангенциально, т.е. параллельно поверхности полимера), с капсулированными в ней каплями нематического жидкого кристалла, имеющими вытянутую эллипсоидальную форму с длинной осью, параллельной направлению растяжения данной композитной пленки.

Вследствие тангенциального сцепления нематического жидкого кристалла с полимером директор ЖК (преимущественное направление ориентации палочкообразных молекул ЖК) внутри капель образует биполярную ориентационную структуру, при этом линии директора идут вдоль меридианов эллипсоида и собираются вместе в особых точках - топологических дефектах, совпадающих с полюсами вытянутого эллипсоида. Состав композитной пленки подбирают так, чтобы перпендикулярная компонента показателя преломления нематика п (значение показателя преломления для света, поляризованного перпендикулярно директору ЖК) была равна показателю преломления ${\rm n_p}$ полимерной матрицы (${\rm n_\perp}{=}{\rm n_p}$), а величина двулучепреломления ЖК $\Delta n = n_{\parallel}$ - n_{\perp} была максимальной. Здесь значками **||** и \(\tau \) отмечается поляризация света параллельно или перпендикулярно директору ЖК соответственно. В этом случае свет, поляризованный параллельно направлению растяжения пленки, интенсивно рассеивается вследствие большого градиента показателя преломления $(n_{\parallel} - n_{p})$ на границе раздела полимер-ЖК. Перпендикулярно поляризованная компонента света проходит, не испытывая сильного рассеяния, если выполняется соотношение $n_1 = n_p$. Использование красителей в данных композитных пленках не является необходимым, так как ненужная компонента света удаляется из прямо проходящего излучения благодаря эффекту рассеяния, а не поглощения, что позволяет использовать такие пленки для получения линейной поляризации мощных световых потоков.

Недостатком прототипа является частичное рассеяние света, поляризованного перпендикулярно направлению растяжения пленки, которое обусловлено сильной неоднородностью упорядочения директора (и, следовательно, неоднородностью показателя преломления) в области топологических дефектов. Это приводит как к ухудшению поляризующей способности P(1) композитных полимерножидкокристаллических пленок, так и к заметному снижению коэффициента пропускания $T_{max}(1)$ прямо проходящего излучения, поляризованного перпендикулярно направлению растяжения.

Техническим результатом изобретения является увеличение коэффициента пропускания (уменьшение светорассеяния) композитных полимерножидкокристаллических пленок для прямо проходящего излучения, поляризованного перпендикулярно направлению их растяжения.

Указанный технический результат достигается тем, что в светополяризующем элементе на основе анизотропии рассеяния, содержащем ориентированную одноосным растяжением полимерную пленку, обладающую тангенциальным сцеплением, с капсулированными в ней каплями нематического жидкого кристалла, имеющими вытянутую эллипсоидальную форму с длинной осью, параллельной направлению растяжения пленки, причем компоненты для композиции «полимер - нематический жидкий кристалл» подобраны так, что $\mathbf{n}_\perp = \mathbf{n}_p$, новым является то, что в качестве жидкого кристалла используют смесь нематического жидкого кристалла с поверхностно-активным веществом, инициирующим гомеотропное и наклонное сцепление нематического жидкого кристалла образуется однородное упорядочение директора вдоль направления растяжения композитной пленки.

Отличия заявляемого светополяризующего элемента от прототипа заключаются в том, что в качестве жидкого кристалла используется смесь поверхностно-активного вещества и нематического жидкого кристалла, а в каплях нематического жидкого кристалла образуется однородное (бездефектное) упорядочение директора.

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».

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

Заявляемый светополяризующий элемент содержит ориентированную одноосным растяжением полимерную пленку 1 с капсулированными в ней каплями нематического жидкого кристалла 2, имеющими вытянутую эллипсоидальную форму с длинной осью, параллельной направлению растяжения композитной пленки (показано широкими белыми стрелками слева и справа от нее). В качестве жидкого кристалла использована смесь нематического жидкого кристалла с поверхностно-активным веществом, молекулы которого 3 инициируют гомеотропное и наклонное сцепление нематического жидкого кристалла с полимером. В процессе растяжения композитной пленки концентрация ПАВ становится неоднородной: максимальной вблизи полюсов эллипсоидальной капли и минимальной в ее экваториальной области. Вследствие этого директор ЖК (показан штриховыми линиями внутри капель) ориентирован перпендикулярно границе раздела вблизи полюсов капли, тангенциально - в экваториальной области и наклонно между ними, образуя однородное упорядочение, параллельное направлению растяжения пленки.

Поляризация падающего света происходит следующим образом. Свет, поляризованный параллельно направлению растяжения пленки, интенсивно рассеивается (рассеянный свет показан серыми штриховыми стрелками) вследствие большого градиента показателя преломления $(n_{\parallel} - n_{p})$ на границе раздела полимер-нематический жидкий кристалл (фиг., справа, луч падающего света показан толстой черной стрелкой, направление поляризации света показано двойной черной стрелкой). Перпендикулярно поляризованная компонента света (фиг., слева, направление поляризации перпендикулярно плоскости фиг. и обозначено кружком с точкой) проходит не рассеиваясь, так как по всей границе раздела полимер-нематический жидкий кристалл выполняется соотношение n_{\perp} = n_{p} .

Примеры

40

В качестве 1-го примера был изготовлен светополяризующий элемент с использованием следующих операций.

- 1. Приготовлена смесь нематического жидкого кристалла 4-н-пентил-4'-цианобифенил (5 ЦБ) и поверхностно-активного вещества цетилтриметиламмоний бромистого. Доля ЖК 5 ЦБ может варьироваться в пределах 97-99% по весу, доля ПАВ в пределах 3-1% соответственно.
- 2. Приготовлен 8-10%-ный водный раствор смеси поливинилового спирта и глицерина. Весовое соотношение поливинилового спирта и глицерина может изменяться в диапазоне от 2:1 до 4:1. Глицерин служил пластификатором для обеспечения эластичности растягиваемой композитной пленки.
- 3. В полученный водный раствор полимера и глицерина добавлена ЖК смесь (приготовленная по п. 1). Весовое соотношение водного раствора полимера-глицерина и ЖК смеси может изменяться в диапазоне от 1:1 до 12:1. Затем полученный состав эмульгирован с использованием механического диспергатора. Для данной композиции

достаточно хорошо выполняется условие $n_1 = n_p$.

- 4. Полученная эмульсия выливалась на тефлоновую подложку и затем высушивалась до полного удаления воды при температуре 23°C.
- 5. Полученные образцы композитной пленки толщиной от 30 до 50 микрометров отделялись от подложки и подвергались одноосному растяжению. В результате были получены пленки, обеспечивающие линейную поляризацию прямо проходящего через нее оптического излучения.

В качестве 2-го примера был изготовлен светополяризующий элемент с использованием следующих операций.

- 1. Приготовлена смесь нематического жидкого кристалла 4-н-пентил-4'-цианобифенил (5 ЦБ) и поверхностно-активного вещества цетилпиридиний бромид гидрат. Доля ЖК 5 ЦБ может варьироваться в пределах 98-99% по весу, доля ПАВ в пределах 2-1% соответственно.
- 2. Приготовлен 10%-ный водный раствор смеси поливинилового спирта и глицерина. Весовое соотношение поливинилового спирта и глицерина может изменяться в диапазоне от 2:1 до 4:1. Глицерин служил пластификатором для обеспечения эластичности растягиваемой композитной пленки.
- 3. В полученный водный раствор полимера и глицерина добавлена ЖК смесь (приготовленная по п. 1). Весовое соотношение водного раствора полимера-глицерина и ЖК смеси может изменяться в диапазоне от 1:1 до 5:1. Затем полученный состав эмульгирован с использованием механического диспергатора. Для данной композиции достаточно хорошо выполняется условие $n_1 = n_p$.
- 4. Полученная эмульсия выливалась на тефлоновую подложку и затем высушивалась до полного удаления воды при температуре 22°C.
- 5. Полученные образцы композитной пленки толщиной от 40 до 50 микрометров отделялись от подложки и подвергались одноосному растяжению. В результате были получены пленки, обеспечивающие линейную поляризацию прямо проходящего через нее оптического излучения.

В качестве 3-го примера был изготовлен светополяризующий элемент с использованием следующих операций.

30

40

- 1. Приготовлен 1,4%-ный спиртовой раствор поверхностно-активного вещества фосфатидилхолина.
- 2. Полученный раствор смешивался с нематическим жидким кристаллом 4-н-пентил-4'-цианобифенил (5 ЦБ), так что концентрация фосфатидилхолина по отношению к ЖК составляла 1,3% (по весу).
 - 3. Приготовлен 20%-й спиртовой раствор полимера поливинилбутираля.ны
- 4. Полученные растворы «ЖК-фосфатидилхолин-спирт» и «поливинилбутиральспирт» смешивались вместе с использованием механического диспергатора. Для данной композиции достаточно хорошо выполняется условие $n_1 = n_p$.
- 5. Полученный раствор наносился на тефлоновую подложку и затем высушивался до полного удаления спирта при температуре 22° C.
- 6. Полученная композитная пленка толщиной около 40 микрометров отделялась от подложки и подвергалась одноосному растяжению. В результате была получена пленка, обеспечивающая линейную поляризацию прямо проходящего через нее оптического излучения.

Исследования полученных экспериментальных образцов показали, что предлагаемый светополяризующий элемент по совокупности физико-технических характеристик не

RU 2570337 C1

уступает прототипу. В то же время было достигнуто увеличение коэффициента пропускания компоненты света, поляризованной перпендикулярно направлению растяжения композитной пленки, более чем на 10%.

Предлагаемый светополяризующий элемент может использоваться в оптических приборах и устройствах, где необходимо получить линейную поляризацию высокоинтенсивного оптического излучения. Такие светополяризующие элементы перспективны для применения в проекционных дисплеях, в светотехнике, в лазерных системах.

Формула изобретения

Светополяризующий элемент на основе анизотропии рассеяния, содержащий ориентированную одноосным растяжением полимерную пленку, обладающую тангенциальным сцеплением, с капсулированными в ней каплями нематического жидкого кристалла, имеющими вытянутую эллипсоидальную форму с длинной осью, параллельной направлению растяжения пленки, причем компоненты для композиции "полимер - нематический жидкий кристалл" подобраны так, что $\mathbf{n}_{\perp} = \mathbf{n}_{p}$, отличающийся тем, что в качестве жидкого кристалла используют смесь нематического жидкого кристалла с поверхностно-активным веществом, инициирующим гомеотропное и наклонное сцепление нематического жидкого кристалла с полимером, а в каплях нематического жидкого кристалла образуется однородное упорядочение директора вдоль направления растяжения композитной пленки.

25

10

30

35

40

45