



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ(21)(22) Заявка: **2011102970/28, 29.05.2009**(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
29.05.2009

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
27.06.2008 JP 2008-168593(43) Дата публикации заявки: **10.08.2012** Бюл. № 22(45) Опубликовано: **10.12.2012** Бюл. № 34(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: **JP 10-186351 A, 14.07.1998. JP 11-326955
A, 26.11.1999. JP 2000-081641 A, 21.03.2000.
SU 917164 A1, 30.03.1982.**(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на
национальной фазе: **27.01.2011**(86) Заявка РСТ:
JP 2009/059899 (29.05.2009)(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2009/157271 (30.12.2009)

Адрес для переписки:

**129090, Москва, ул. Б.Спасская, 25, стр.3,
ООО "Юридическая фирма Городисский и
Партнеры", пат.пов. Ю.Д.Кузнецову,
рег.№ 595**

(72) Автор(ы):

**ИСИХАРА Соити (JP),
КОЗАКИ Суити (JP),
САКУРАЙ Такехиса (JP),
МУРАТА Мицухиро (JP)**

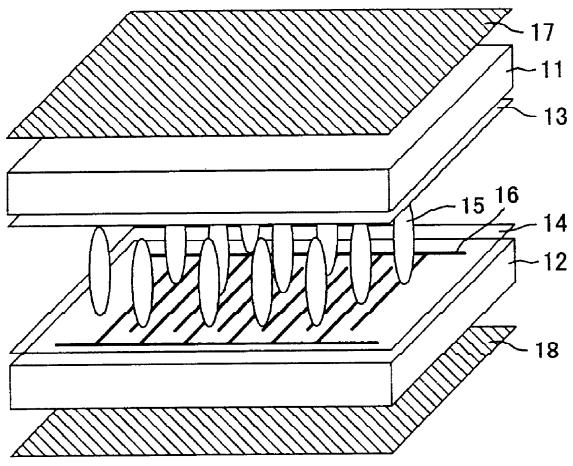
(73) Патентообладатель(и):

ШАРП КАБУСИКИ КАЙСЯ (JP)**(54) ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКОЕ ДИСПЛЕЙНОЕ УСТРОЙСТВО**

(57) Реферат:

Изобретение относится к устройствам индикации на жидких кристаллах. Технический результат - улучшенные показатели по ширине угла видимости и скорости отклика в режиме отображения, для которого не требуется операции первичного изгибного перехода. Устройство индикации на жидких кристаллах содержит две подложки, по меньшей мере одна из которых прозрачна, и нематический жидкий кристалл р-типа. По меньшей мере одна из

двух подложек имеет гребенчатый электрод; причем гребенчатый электрод удовлетворяет соотношению $(S+1,7)/(S+L) \geq 0,7$, где L представляет собой ширину электрода, а S представляет собой расстояние между электродами. Пиксель имеет первую область и вторую область, которая имеет отношение S/L между шириной электрода L и расстоянием между электродами S, отличное от такого отношения в первой области. 2 н. и 14 з.п. ф-лы, 16 ил., 3 табл.



ФИГ. 1

RU 2 4 6 9 3 6 6 C 2

RU 2 4 6 9 3 6 6 C 2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
G02F 1/1343 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: **2011102970/28, 29.05.2009**

(24) Effective date for property rights:
29.05.2009

Priority:

(30) Convention priority:
27.06.2008 JP 2008-168593

(43) Application published: **10.08.2012 Bull. 22**

(45) Date of publication: **10.12.2012 Bull. 34**

(85) Commencement of national phase: **27.01.2011**

(86) PCT application:
JP 2009/059899 (29.05.2009)

(87) PCT publication:
WO 2009/157271 (30.12.2009)

Mail address:
129090, Moskva, ul. B.Spasskaja, 25, str.3, OOO "Juridicheskaja firma Gorodisskij i Partnery", pat.pov. Ju.D.Kuznetsovu, reg.№ 595

(72) Inventor(s):
**ISIKhARA Soiti (JP),
KOZAKI Suiti (JP),
SAKURAJ Takekhisa (JP),
MURATA Mitsukhiro (JP)**

(73) Proprietor(s):
ShARP KABUSIKI KAJSJa (JP)

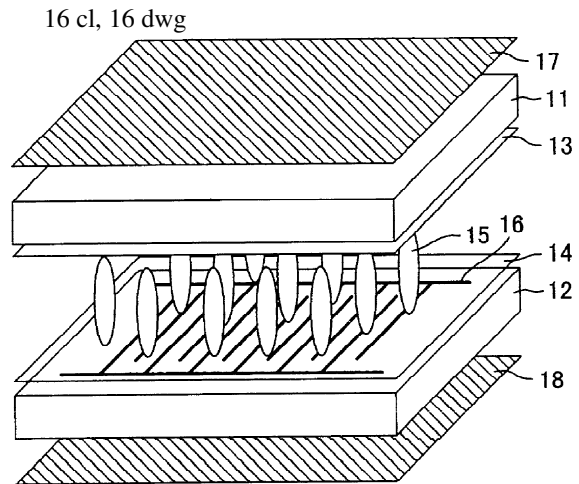
(54) **LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE**

(57) Abstract:

FIELD: physics.

SUBSTANCE: liquid crystal display device has two substrates, at least one of which is transparent, and a p-type nematic liquid crystal. At least one of the two substrates has an interdigitated-finger electrode, wherein the interdigitated-finger electrode satisfies the relationship $(S+1.7)/(S+L) \geq 0.7$, where L is the electrode width, S is the distance between electrodes. A pixel has a first region and a second region having the ratio S/L different from that in the first region.

EFFECT: larger angle of view and faster response in display mode, for which no primary bending transition operation is required.



ФИГ. 1

RU 2 469 366 C2

RU 2 469 366 C2

ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ, К КОТОРОЙ ОТНОСИТСЯ ИЗОБРЕТЕНИЕ

Настоящее изобретение относится к жидкокристаллическому дисплейному устройству. Настоящее изобретение в особенности относится к жидкокристаллическому дисплейному устройству, подходящему для метода индикации, в котором слой жидких кристаллов при подаче напряжения подвергается bend - (продольно-изгибному) искажению и благодаря этому осуществляется управление светопропусканьем.

УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ

Жидкокристаллические дисплейные устройства характеризуются своей тонкостью, малым весом и малым энергопотреблением и используются в различных областях. С течением времени их рабочие характеристики индикации чрезвычайно повысились; в настоящее время жидкокристаллические дисплеи по рабочим характеристикам превосходят электронно-лучевые трубки (ЭЛТ).

Метод индикации, используемый в жидкокристаллическом дисплейном устройстве, обусловлен тем, как жидкий кристалл ориентирован в ячейке. Известны различные стандартные методы индикации для устройств, например: метод скрученных нематиков (СН) (twisted nematic, TN), метод вертикальной ориентации с многодоменной структурой (ВОМС) (multi-domain vertical alignment, MVA), метод плоскостного переключения (ПП) (in-plane switching, IPS) и метод оптической самокомпенсации двойного лучепреломления (ОСДЛ) (optically self-compensated birefringence, ОСВ).

Жидкокристаллические дисплейные устройства на основе этих методов индикации производятся массово. В частности, очень широко используются дисплейные устройства на СН. Однако дисплейные устройства на СН дают медленный отклик и узкий угол видимости; следовательно, в этих отношениях устройства, работающие по методу СН, возможно усовершенствовать.

По методу ВОМС на пиксельных электродах активной матричной подложки делаются щели, а на общих электродах противоположной подложки делаются выступы (ребра), которые служат для управления ориентацией молекул жидкого кристалла. Такая структура генерирует краевое поле, и краевое поле рассеивает ориентацию молекул жидкого кристалла во множестве направлений (см. Непатентные документы 1, 2). Метод ВОМС обеспечивает широкий угол видимости благодаря распределению направлений, в которых молекулы жидкого кристалла отклоняются, когда прикладывается электрическое напряжение.

Кроме того, метод ВОМС - это метод вертикальной ориентации. Поэтому он обеспечивает более высокую контрастность, чем методы СН, ПП и ОСДЛ. Однако процесс производства устройств, работающих по этому методу, сложен, и этот метод дает, так же как в случае метода СН, медленный отклик; следовательно, в этих отношениях метод ВОМС возможно усовершенствовать.

В процессе развития метода ВОМС в целях решения этих проблем был предложен другой метод индикации, согласно которому в качестве жидкокристаллического вещества применяется нематический жидкий кристалл p -типа, а принять нужное направление ориентации молекул жидкого кристалла вынуждает молекулы жидкого кристалла поперечное электрическое поле, тем самым поддерживая высокую контрастность благодаря вертикальной ориентации (см. Патентные документы 1-6). Такой метод не требует управления ориентацией выступами и при этом дисплейное устройство имеет простую пиксельную структуру и превосходные показатели по углу видимости. В противоположность этой простоте он сопряжен с другими серьезными

проблемы, такими как высокое управляющее напряжение и низкий коэффициент пропускания света. Более того, этот метод может вызывать ухудшение показателей в теневых зонах шкал яркости.

5 Метод ПП - это метод индикации, который обеспечивает широкий угол видимости при более простой структуре. Согласно этому методу, молекулы жидкого кристалла переключаются в плоскости, благодаря чему обеспечивается очень широкий угол
10 видимости (см. Непатентные документы 3, 4). Однако метод ПП, так же как методы СН и ВОМС, дает медленный отклик; следовательно, в этом отношении метод ПП возможно усовершенствовать. Кроме того, метод ПП не подходит для мобильных устройств и приборов, установленных на транспортных средствах, для которых
15 требуются высокое быстродействие и работоспособность при низких температурах.

Метод ОСДЛ - это единственный метод индикации среди различных методов
15 индикации, названных выше, который обеспечивает быстрый отклик при простой структуре, такой как у нематического жидкого кристалла, помещенного между двумя подложками, которые предназначены для ориентирующего воздействия в направлении, параллельном каждой из них (см. Непатентные документы 5, 6). Таким образом, метод ОСДЛ привлекает внимание, в частности, в качестве подходящего для
20 использования в таких приложениях, как приборы на транспортных средствах, для которых требуется хорошая быстрота отклика при низких температурах.

Однако метод ОСДЛ требует перехода от splay - (поперечно-изгибной) ориентации (исходная ориентация) к bend - (продольно-изгибной) ориентации (ориентация под
25 управляющим воздействием) при подаче напряжения, поскольку эта ориентация дает высокую быстроту отклика. Следовательно, для метода ОСДЛ помимо обычной управляющей схемы требуется дополнительная управляющая схема для первичного перехода, которая может вызвать рост стоимости изделия. Далее, показатели по углу видимости для метода ОСДЛ хуже, чем для ВОМС и ПП; следовательно, в этих
30 отношениях метод ОСДЛ возможно усовершенствовать.

[Патентный документ 1]

Japanese Kokai Publication S57-618

[Патентный документ 2]

Japanese Kokai Publication H10-186,351

35 [Патентный документ 3]

Japanese Kokai Publication H10-333,171

[Патентный документ 4]

Japanese Kokai Publication H11-24,068

40 [Патентный документ 5]

Japanese Kokai Publication 2000-275,682

[Патентный документ 6]

Japanese Kokai Publication 2002-55,357

[Непатентный документ 1]

45 K. Ohmuro, S. Kataoka, T. Sasaki, and Y. Koike,

"Development of Super-High-Image-Quality Vertical-Alignment-Mode LCD", SID 1997 Digest, 1997, No. 33.3, p. 845-848

50 [Непатентный документ 2]

H. Yoshida, T. Kamada, K. Ueda, R. Tanaka, T. Koike, K. Okamoto, P. L. Chen and J. Lin, "Multi-domain Vertically Aligned LCDs with Super-wide Viewing Range for Gray-scale Images", Asia Display/IMID'04 Digest, 2004, No. 12.2, p. 198-201

[Непатентный документ 3]

R. A. Soref, "Field Effects in Nematic Liquid Crystals Obtained with Interdigital Electrodes", J. Appl. Phys., 1974, Vol. 45, No. 12, p. 5466-5468

[Непатентный документ 4]

K. Kiefer, B. Weber, F. Windschild, and G. Baur, "In-Plane Switching of Nematic Liquid Crystals", Proc. The 12th Int'l Disp. Res. Conf. (Japan Display'92), 1992, No. P2-30, p. 547-550

[Непатентный документ 5]

P. L. Bos and J. A. Rahman, "An Optically "Self-Compensating" Electro-Optical Effect with Wide Angle of View", 1993, Technical Digest of SID Symp., p. 273-276

[Непатентный документ 6]

Y. Yamaguchi, T. Miyashita, and T. Uchida, "Wide-Viewing-Angle Display Mode for the Active-Matrix LCD Using Bend-Alignment Liquid-Crystal Cell", Technical Digest of SID Symp., 1993, p. 277-280

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Как отмечено выше, до сих пор в области жидкокристаллических панелей и жидкокристаллических дисплейных устройств не разработано изобретения, которое могло бы обеспечить высокие быстроту отклика, показатели ширины угла видимости и показатели контрастности. Кроме того, не изобретено жидкокристаллических панелей и жидкокристаллических дисплейных устройств, для которых не нужна операция первичного продольно-изгибного перехода и которые обеспечивают практически продольно-изгибную ориентацию.

Настоящее изобретение разработано с целью решения названных проблем. Задача настоящего изобретения состоит в создании жидкокристаллического дисплейного устройства, которое может обеспечить превосходные показатели по ширине угла видимости и высокую быстроту отклика, а также способно осуществлять индикацию на основе метода индикации, не требующего операции первичного продольно-изгибного перехода.

Авторы настоящего изобретения всесторонне изучили жидкокристаллическое дисплейное устройство, которое способно обеспечить превосходные показатели по ширине угла видимости и высокую быстроту отклика, а также осуществлять индикацию на основе метода индикации, не требующего операции первичного продольно-изгибного перехода. При этом авторы сосредоточили внимание на методе индикации, в котором в качестве жидкокристаллического вещества используется нематический жидкий кристалл p -типа, а поперечное электрическое поле управляет молекулами жидкого кристалла для задания направления ориентации молекул жидкого кристалла, тем самым поддерживая высокую контрастность благодаря вертикальной ориентации. В результате авторы настоящего изобретения обнаружили,

что новаторский метод индикации, который способен обеспечить превосходные показатели по ширине угла видимости, эквивалентные достигаемым по методам ВОМС и ПП, и высокую быстроту отклика, эквивалентную или выше достигаемой по методу ОСДЛ, причем не требует операции первичного продольно-изгибного перехода, может быть осуществлен при следующих условиях: гребенчатый электрод удовлетворяет соотношению $(S+1,7)/(S+L) \geq 0,7$, где L представляет собой ширину электрода, а S - расстояние между электродами; у пикселя имеются первая область и вторая область, для которой отношение S/L межэлектродного расстояния S к ширине электродов L иное, нежели для первой области. В итоге авторы настоящего изобретения добились успеха и сделали изобретение, которое способно решить проблемы, упомянутые выше.

Первая составляющая настоящего изобретения - это жидкокристаллическое дисплейное устройство, содержащее две подложки, по меньшей мере одна из которых прозрачна, а также нематический жидкий кристалл p -типа, помещенный между двумя подложками, причем нематический жидкий кристалл p -типа ориентирован перпендикулярно поверхностям двух подложек, когда напряжение не подано; по меньшей мере одна из двух подложек имеет гребенчатый электрод, удовлетворяющий соотношению $(S+1,7)/(S+L) \geq 0,7$, где L представляет собой ширину электрода, а S - расстояние между электродами. (Ниже данное устройство называется также «первым жидкокристаллическим дисплейным устройством настоящего изобретения».)

Благодаря этому могут обеспечиваться превосходные показатели по ширине угла видимости и высокая быстрота отклика, а индикация может осуществляться на основе метода индикации, не требующего операции первичного продольно-изгибного перехода. Кроме того, могут достигаться высокий коэффициент пропускания и высокая контрастность.

Конфигурация первого жидкокристаллического дисплейного устройства настоящего изобретения не ограничивается частным случаем, при условии, что она содержит такие компоненты. Первое жидкокристаллическое дисплейное устройство по настоящему изобретению может содержать или не содержать другие компоненты.

Вторая составляющая настоящего изобретения - это жидкокристаллическое дисплейное устройство, содержащее две подложки, по меньшей мере одна из которых прозрачна, а также нематический жидкий кристалл p -типа, помещенный между двумя подложками, причем жидкий кристалл p -типа ориентирован перпендикулярно поверхностям двух подложек, когда напряжение не подано; по меньшей мере одна из двух подложек имеет гребенчатый электрод; у пикселя есть первая область и вторая область, для которой отношение S/L межэлектродного расстояния S к ширине электродов L гребенчатого электрода иное, нежели для первой области. (Ниже данное устройство называется также «вторым жидкокристаллическим дисплейным устройством настоящего изобретения».)

Благодаря этому могут обеспечиваться превосходные показатели по ширине угла видимости и высокая быстрота отклика, а индикация может осуществляться на основе метода индикации, не требующего операции первичного продольно-изгибного перехода. Кроме того, могут улучшаться показатели в теневых зонах шкал яркости.

Конфигурация второго жидкокристаллического дисплейного устройства настоящего изобретения не ограничивается частным случаем, при условии, что она содержит такие компоненты. Второе жидкокристаллическое дисплейное устройство по настоящему изобретению может содержать или не содержать другие компоненты.

Термин «перпендикулярный» в отношении первого и второго

жидкокристаллических дисплейных устройств настоящего изобретения не обязательно означает строгую перпендикулярность и включает значимую, с точки зрения настоящего изобретения, перпендикулярность. В частности, желательно, чтобы угол предварительного наклона в жидкокристаллическом дисплейном устройстве был 88°
 5 или больше. Угол, определяемый этим термином, может содержать ошибку, возникающую в процессе производства.

Первое и второе жидкокристаллические дисплейные устройства настоящего изобретения могут представлять собой черно-белый или цветной дисплей. В случае
 10 цветного дисплея каждый пиксель (самый маленький компонент, формирующий изображение), как правило, состоит из нескольких (например, из трех) растровых точек (одноцветная область, субпиксель), каждая из которых отличается цветом от остальных. Таким образом, в случае если для цветного жидкокристаллического дисплея используется первое и второе жидкокристаллические дисплейные устройства
 15 настоящего изобретения, термин «пиксель» может обозначать «точку» вообще.

Ниже более подробно описываются предпочтительные воплощения первого и второго жидкокристаллических дисплейных устройств настоящего изобретения. Воплощения, описанные ниже, могут использоваться в сочетании друг с другом.

С целью улучшения показателей в теневых зонах шкал яркости желательно, чтобы пиксель первого жидкокристаллического дисплейного устройства настоящего изобретения имел первую область и вторую область, для которой отношение S/L
 20 межэлектродного расстояния S к ширине электродов L иное, чем для первой области.

В одном пикселе первого и второго жидкокристаллических дисплейных устройств настоящего изобретения число областей с различным для каждой из них отношением S/L конкретно не ограничено. Там может быть три или больше областей, для каждой из которых отношение S/L разное.

Как здесь отмечено, пиксель первого и второго жидкокристаллических дисплейных устройств настоящего изобретения может содержать несколько областей с различным
 30 для каждой отношением S/L межэлектродного расстояния S к ширине электродов L .

Для обеспечения высокого коэффициента пропускания и высокой контрастности во втором жидкокристаллическом дисплейном устройстве настоящего изобретения желательно, чтобы ширина электродов L и межэлектродное расстояние S
 35 удовлетворяли соотношению $(S+1,7)/(S+L) \geq 0,7$ (ниже оно называется также формулой (1)).

Как здесь отмечено, первое жидкокристаллическое дисплейное устройство настоящего изобретения и второе жидкокристаллическое дисплейное устройство
 40 настоящего изобретения могут использоваться в сочетании друг с другом.

Более предпочтительно, чтобы в первом и втором жидкокристаллических дисплейных устройствах настоящего изобретения ширина электродов L и межэлектродное расстояние S удовлетворяли соотношению $(S+1,7)/(S+L) \geq 0,8$. При этом дисплейные устройства могут обладать яркостью, эквивалентной яркости
 45 современных устройств на основе метода ВОМС, без дополнительных элементов для повышения яркости, таких как пленка, усиливающая яркость фоновой подсветки.

Наиболее предпочтительно, чтобы в первом и втором жидкокристаллических дисплейных устройствах настоящего изобретения ширина электродов L и межэлектродное расстояние S удовлетворяли соотношению $(S+1,7)/(S+L) \geq 0,9$ (ниже оно называется также формулой (2)). При этом дисплейные устройства могут обладать яркостью, эквивалентной яркости современных устройств на основе метода ВОМС, даже несмотря на сокращенное число собственных источников света или
 50

пониженную яркость самого источника света, а также несмотря на то, что уменьшено число дополнительных элементов.

Дополнительно к первой области и второй области у первого и второго жидкокристаллических дисплейных устройств настоящего изобретения может быть
 5 одна или более областей, где по меньшей мере одно значение ширины электродов L и межэлектродного расстояния S отличается от соответствующих значений в первой и второй области.

Первое жидкокристаллическое дисплейное устройство настоящего изобретения
 10 предпочтительно имеет просветный участок, занимающий 50 или более процентов просветного участка пикселя. Вследствие этого просветный участок первой области может быть изготовлен отличающимся по размеру от просветного участка второй области. Таким образом можно эффективно снизить возможность появления
 «мертвых» зон в пикселе.

Как здесь отмечено, у пикселя в первом и втором жидкокристаллических дисплейных устройствах настоящего изобретения может быть несколько областей с
 15 различным для каждой отношением S/L межэлектродного расстояния S к ширине электродов L , и по меньшей мере у одной области среди нескольких областей просветный участок может занимать 50 или более процентов просветного участка
 20 пикселя.

В целях более надежного повышения превосходных характеристик отображения, особенно скорости отклика и высокого коэффициента пропускания,
 25 предпочтительно, чтобы ширина электродов L и межэлектродное расстояние S удовлетворяли соотношению $S/L \leq 3,75$ (ниже оно называется также формулой (3)).

В целях более надежного повышения превосходных характеристик отображения, особенно высокого коэффициента пропускания, предпочтительно, чтобы
 30 межэлектродное расстояние S было 3 мкм (более предпочтительно 3,5 мкм) или больше.

В целях более надежного повышения превосходных характеристик отображения, особенно скорости отклика, предпочтительно, чтобы межэлектродное расстояние S
 было 10 мкм (более предпочтительно 8,5 мкм) или меньше.

При условии, что верхний предел межэлектродного расстояния S равен 10 мкм,
 35 условие $(S+1,7)/(S+L) \geq 0,7$ выполняется, если ширина электродов L удовлетворяет неравенству $L \leq 6,7$, как вычисляется по формуле $(10+1,7)/(10+L) \geq 0,7$. Таким образом, предпочтительная ширина электродов L около 7 мкм или меньше.

Аналогично, при условии, что верхний предел межэлектродного расстояния S
 40 равен 10 мкм, условие $(S+1,7)/(S+L) \geq 0,8$ выполняется, если ширина электродов L удовлетворяет неравенству $L \leq 4,6$, как вычисляется по формуле $(10+1,7)/(10+L) \geq 0,8$. Таким образом, предпочтительная ширина электродов L около 5 мкм или меньше.

В целях более надежного повышения превосходных характеристик отображения, особенно скорости отклика и высокого коэффициента пропускания,
 45 предпочтительно, чтобы ширина электродов L была 4 мкм (более предпочтительно 3,5 мкм) или меньше. Другими словами, предпочтительно, чтобы ширина электродов L удовлетворяла неравенству $L \leq 4$ мкм (ниже оно называется также формулой (4)).

В целях снижения риска разрывов проводников, т.е. чтобы удовлетворить
 50 ограничениям процесса производства, предпочтительна ширина электродов $L=2$ мкм (более предпочтительно 2,5 мкм) или больше. Другими словами, предпочтительно, чтобы ширина электродов L удовлетворяла неравенству $L \geq 2$ мкм (ниже оно называется также формулой (5)).

На диаграмме фиг.14 показана взаимосвязь между формулами (1)-(5).

Для того чтобы понизить риск короткого замыкания, гребенчатый электрод может иметь группу общих электродов и группу пиксельных электродов, и группа общих электродов и группа пиксельных электродов могут быть расположены так, чтобы их разделял изолирующий слой.

Для того чтобы понизить питающее напряжение, т.е. обеспечить низковольтное управление, желательно, чтобы анизотропия диэлектрической проницаемости $\Delta \epsilon$ нематического жидкого кристалла p -типа была равна 10 (более предпочтительно 15) или больше.

ПОЛЕЗНОСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Жидкокристаллические дисплейные устройства настоящего изобретения могут обеспечивать превосходные показатели по ширине угла видимости и скорости отклика, а также осуществлять индикацию на основе метода индикации, не требующего операции первичного продольно-изгибного перехода.

В частности, гребенчатый электрод, удовлетворяющий соотношению $(S+1,7)/(S+L) \geq 0,7$, где L представляет собой ширину электрода, а S - расстояние между электродами, способен обеспечить показатели по ширине угла видимости, эквивалентные показателям, достигаемым по методам ВОМС и ПП; по скорости отклика - эквивалентные или выше, чем показатели по методу ОСДЛ; а также высокий коэффициент пропускания и высокую контрастность.

Кроме того, по меньшей мере две области (первая область и вторая область) с различным для каждой отношением S/L межэлектродного расстояния S к ширине электродов L , расположенные в одном пикселе, способны обеспечить показатели по ширине угла видимости, эквивалентные показателям, достигаемым по методам ВОМС и ПП; по скорости отклика - эквивалентные или выше, чем показатели по методу ОСДЛ, а также улучшение показателей для теневых зон шкал яркости.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

На фиг.1 схематически изображена в перспективе основная структура жидкокристаллических дисплейных устройств по Воплощению 1.

На фиг.2 показан в разрезе один из примеров распределения потенциала в ячейке, когда к жидкокристаллическому дисплейному устройству по Воплощению 1 приложено электрическое напряжение.

На фиг.3 показан в разрезе один из примеров распределения ориентации жидких кристаллов, когда к жидкокристаллическому дисплейному устройству по Воплощению 1 приложено напряжение.

На фиг.4 показана в разрезе основная структура жидкокристаллического индикаторного элемента из Примера 1.

На фиг.5 дан вид на плоскости для описания азимутов осей пропускания и направления наложенного электрического поля в жидкокристаллическом дисплейном устройстве из Примера 1.

На диаграмме фиг.6 представлено отношение ширины электрода и межэлектродного расстояния к максимальному коэффициенту пропускания в жидкокристаллическом дисплейном устройстве из Примера 1.

На фиг.7 графически представлена зависимость скорости отклика от температуры в жидкокристаллическом дисплейном устройстве из Примера 1.

На фиг.8 показано в разрезе жидкокристаллическое дисплейное устройство по Воплощению 1 для пояснения скорости отклика.

На фиг.9 показана в разрезе основная структура жидкокристаллического

дисплейного устройства из Примера 3.

На диаграмме фиг.10 представлен график напряжения относительно коэффициента пропускания жидкокристаллического дисплейного устройства из Примера 4.

На фиг.11 схематически показан в разрезе индикаторный жидкокристаллический элемент по методу ВОМС из Сравнительного примера 2.

На фиг.12 дан вид на плоскости для описания азимутов осей пропускания и направления наложенного электрического поля в жидкокристаллическом дисплейном устройстве из Сравнительного примера 2.

На фиг.13 показан схематический разрез для описания ориентации жидких кристаллов, когда напряжение приложено к жидкокристаллическому индикаторному элементу по методу ВОМС из Сравнительного примера 2.

На фиг.14 графически показан предпочтительный диапазон для ширины электродов L и межэлектродного расстояния S в настоящем изобретении.

На фиг.15 схематически показана в разрезе основная структура индикаторного жидкокристаллического элемента из Примера 7.

На диаграмме фиг.16 представлен график напряжения относительно коэффициента пропускания жидкокристаллического дисплейного устройства из Примера 7.

СПОСОБ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Настоящее изобретение описывается более подробно, со ссылками на чертежи и с указанием примеров воплощения, однако оно не ограничивается этими воплощениями.

Воплощение 1

В жидкокристаллическом дисплейном устройстве настоящего изобретения распределение напряженности электрического поля формируется в ячейке, на которую наложено электрическое поле; вследствие этого обеспечивается ориентация продольного изгиба. Кроме того, электрическое поле в жидкокристаллическом дисплейном устройстве настоящего изобретения накладывается к перпендикулярно ориентированному нематическому жидкому кристаллу p -типа (нематический жидкий кристалл с положительной диэлектрической анизотропией) в поперечном направлении вдоль поверхностей подложек; наложенное таким образом электрическое поле обуславливает ориентацию продольного изгиба.

На фиг.1 схематически изображена в перспективе основная структура жидкокристаллического дисплейного устройства по Воплощению 1. Вертикально ориентированные слои 13 и 14 помещены на две прозрачные подложки 11 и 12 соответственно. Когда электрическое поле не наложено, нематический жидкий кристалл p -типа (молекулы 15 жидкого кристалла) ориентирован гомеотропно. В частности, когда электрическое поле не наложено, молекулы 15 жидкого кристалла вблизи вертикально ориентированных слоев 13 и 14 ориентированы так, что их длинные оси практически перпендикулярны подложкам 11 и 12. Таким образом, угол предварительного наклона молекул 15 жидкого кристалла не требуется подгонять точно, при условии, что он приблизительно прямой относительно подложек. Для получения высокого контрастного отношения желательно, чтобы угол предварительного наклона был 88° или больше.

Подложки 11 и 12 могут быть из прозрачного стекла или пластика, обычно используемого для жидкокристаллических дисплейных устройств. В частности, предпочтительно, чтобы коэффициент пропускания подложек составлял 75% или больше (более предпочтительно 90% или больше), а матовость 5% или меньше (более предпочтительно 3% или меньше). В случае когда коэффициент пропускания подложек составляет 75% или больше, настоящее воплощение может использоваться

для недорогих сенсорных экранов. В случае когда коэффициент пропускания подложек составляет 90% или больше, настоящее воплощение может использоваться для индикаторных жидкокристаллических панелей обычных жидкокристаллических дисплеев на тонкопленочных транзисторах.

5 На подложке 12 помещается гребенчатый электрод 16, содержащий гребенчатую группу общих электродов и гребенчатую группу пиксельных электродов. Эти группы электродов располагаются так, чтобы они были обращены друг к другу и взаимно проникали в зазоры.

10 Группа общих электродов состоит из параллельных общих электродов, и общие электроды соединены друг с другом вблизи внешней границы пикселя (или точки). Группа общих электродов в любом пикселе получает единый сигнал (ниже называемый общим сигналом).

15 Группа пиксельных электродов тоже состоит из параллельных пиксельных электродов, и пиксельные электроды соединены друг с другом вблизи внешней границы пикселя (или точки). Группа пиксельных электродов располагается соответственно каждому пикселю (или точке). Группа пиксельных электродов любого пикселя получает в определенный момент времени сигнал изображения.

20 Две подложки 11 и 12 снабжены также двумя поляризаторами 17 и 18 соответственно на основной внешней поверхности.

Подобная структура ячейки раскрыта в Патентном документе 1. В Патентных документах 3 и 4 раскрывается, что электрическое поле продольного изгиба образуется в результате наложения электрического поля, и образуются два домена с азимутами директоров, повернутыми на 180° относительно друг друга, благодаря чему могут достигаться хорошие показатели по ширине угла видимости.

25 Однако известным структурам ячеек, раскрытым в Патентных документах 1 и 4, присущи проблемы, такие как высокое управляющее напряжение и низкий коэффициент пропускания ячеек, хотя у них превосходные показатели по углу видимости; таким образом, на практике они не используются.

30 Учитывая такое положение дел, авторы изобретения изучили названные проблемы и обнаружили, что углом ориентации продольного изгиба можно управлять при помощи подходящей подгонки ширины электродов и внутриэлектродного (межэлектродного) расстояния. Благодаря этому впервые был получен высокий коэффициент пропускания при удобном управляющем напряжении.

35 В отличие от стандартных изобретений, согласно настоящему изобретению, углом ориентации продольного изгиба можно свободно управлять. При этом, например, быстрота отклика может обеспечиваться благодаря жидкостным эффектам, как в случае метода ОСДЛ. Из сказанного следует, что настоящее изобретение имеет чрезвычайно высокую практическую ценность.

40 По методу ОСДЛ молекулы жидкого кристалла переходят от ориентации поперечного изгиба к ориентации продольного изгиба при электрическом напряжении, чуть более высоком, чем критическое. При этом ориентация продольного изгиба имеет максимальную кривизну, и градационное отображение выполняется в промежутке между ориентацией продольного изгиба в этот момент времени и ориентацией слабого продольного изгиба при высоком приложенном электрическом напряжении.

50 В противоположность этому в жидкокристаллическом дисплейном устройстве настоящего воплощения градационное отображение выполняется в промежутке между ориентацией продольного изгиба с большой кривизной, когда приложено

высокое напряжение, и вертикальной ориентацией, когда напряжение не приложено. При этом максимальная кривизна зависит от приложенного напряжения: чем больше электрическое поле, тем больше максимальная кривизна. Другими словами, максимальной кривизной под действием приложенного высокого напряжения можно
5 свободно управлять соответствующим выбором ширины электродов и межэлектродного расстояния. Таким образом, максимальную кривизну под действием приложенного высокого напряжения можно сделать больше, чем по методу ОСДЛ, а отклик более быстрым, чем может обеспечить метод ОСДЛ.

10 Здесь термин «кривизна» означает «степень деформации продольного изгиба», и это не физическое определение.

Если «степень деформации продольного изгиба» больше, чем требуется, ориентация продольного изгиба нарушается, как при перегибании ломается прут. В настоящем изобретении, наоборот, поверхностная энергия сцепления ориентированного слоя
15 понижается, и благодаря этому может обеспечиваться более устойчивая ориентация продольного изгиба.

На фиг.2 показаны эквипотенциальные кривые в ячейке, когда приложено напряжение 7 В. При этом молекулы жидкого кристалла ориентируются в соответствии с этим распределением напряженности электрического поля и деформирующей силы со стороны поверхности раздела.

На фиг.3 показано состояние жидкого кристалла в этот момент времени. Под действием приложенного напряжения молекулы жидкого кристалла непрерывно переходят от гомеотропной ориентации к ориентации продольного изгиба. Другими
25 словами, в слое жидкого кристалла всегда обнаруживается ориентация продольного изгиба, и он может быстро отреагировать на нормальные управляющие сигналы изменением яркости различной степени. Из фиг.3 также видно, что степень деформации продольного изгиба выше, и потому выше скорость оптической
30 модуляции, в области, где нет электрода, чем в области над электродом (гребенчатый электрод 1б).

Настоящее изобретение основано на открытии, что степенью этой ориентации продольного изгиба можно управлять посредством оптимизации структуры панели. По настоящему изобретению можно повышать степень продольного изгиба,
35 обуславливая высокий коэффициент пропускания. Далее жидкокристаллическое дисплейное устройство настоящего изобретения обеспечивает возможность быстрого отклика, потому что течение молекул жидкого кристалла происходит в направлении, содействующем движению молекул жидкого кристалла, когда молекулам жидкого
40 кристалла в настоящем воплощении следует двигаться, как в случае метода ОСДЛ.

Ниже настоящее изобретение описывается более подробно со ссылками на чертежи и с примерами.

Пример 1

На фиг.4 изображена в разрезе основная структура индикаторного жидкокристаллического элемента из Примера 1. Несколько индикаторных жидкокристаллических элементов изготавливаются с различными ширинами электродов L и межэлектродными расстояниями S .

Сначала была изготовлена подложка 42, снабженная гребенчатым электродом 41, изготовленным из оксида олова-индия (ITO), шириной L , с межэлектродным
50 расстоянием S . Ориентирующий слой покрытия JALS-204 (раствор 5 вес.% γ -бутиролактона фирмы JSR Corp.) был получен методом центрифугирования на подложке и затем отверждался 2 часа при 200°C. Таким образом был сформирован

слой 44. Толщина ориентирующего слоя 44 составляла 60 нм. Таким же образом на стеклянной подложке 43 был сформирован ориентирующий слой 45 толщиной 60 нм из того же покрытия для ориентирующих слоев, что и слой 44.

Потом по подложке 42 были распределены шарики смолы 46 диаметром 4 мкм (Micropearl SP, Sekisui Chemical Co., Ltd.), а на подложку 43 впечатан смоляной герметик 47 (STRUCTBOND XN-21-S, Mitsui Toatsu Chemicals, Inc.). Эти подложки были скреплены друг с другом и отверждались 3 часа при 250°C. Таким образом была изготовлена жидкокристаллическая ячейка.

После этого в жидкокристаллическую ячейку было внесено методом вакуумного впрыска жидкокристаллическое вещество 48 (SD-5654, $\Delta\varepsilon=16,2$, $\Delta n=0,099$, Chisso Corp.) и прикреплены к ней поляризаторы 49 и 50. Таким образом были изготовлены жидкокристаллические индикаторные элементы для Примера 1.

На фиг.5 показана взаимосвязь между направлением наложенного электрического поля и азимутами осей поляризаторов 49 и 50 в этом примере. Видно, что поляризаторы 49 и 50 были расположены, как скрещенные призмы Николя, а электрическое поле наложено в направлении биссектрисы угла, образованного осями пропускания поляризаторов 49 и 50.

Фиг.6 показывает максимальный коэффициент пропускания каждого жидкокристаллического индикаторного элемента при комнатной температуре (25°C), когда приложен прямоугольный импульс 30 Гц с напряжением 0-20 В. По другой оси показано значение соотношения для участка, который вносит вклад в светопроводимость в ячейке. Величина 1,7 по формуле - это экспериментальная величина, и она показывает, что область между кромкой электрода и частью, отстоящей на 1,7 мкм от кромки электрода, вносит вклад в рост коэффициента пропускания. Числа на чертеже представляют величины отношения ширины электрода L к межэлектродному расстоянию S .

Здесь ширина электрода L представляет собой ширину участка, где общий электрод и пиксельный электрод обращены друг к другу (длина в поперечном направлении). Межэлектродное расстояние S представляет собой расстояние между общим электродом и смежным пиксельным электродом на участке, где общий электрод и пиксельный электрод обращены друг к другу.

Как показано на фиг.6, чем больше величина $(S+1,7)/(S+L)$, тем выше максимальный коэффициент пропускания.

Современный метод ВОМС дает коэффициент пропускания около 80%, однако коэффициент пропускания жидкокристаллического слоя снижается до 50% или меньше вследствие больших светопотерь в областях ребристости и других факторов. У существующих жидкокристаллических панелей (изготовленных по методу ВОМС) коэффициент пропускания панели задается произведением апертурного отношения пикселя на коэффициент пропускания цветофильтра и коэффициенты пропускания поляризаторов. Таким образом коэффициент пропускания панели понижается до 4-5%.

В результате очень важно знать, как увеличить насколько возможно коэффициент пропускания жидкокристаллического слоя (или коэффициент пропускания по данному методу).

Метод индикации по настоящему изобретению не требует ребристости. Так, метод индикации может осуществляться на практике в случае, если коэффициент пропускания слоя жидкого кристалла от 50 до 55% или больше. Коэффициент пропускания по методу, близкий к 50% или больше, как уже отмечалось, примерно соответствует уровню коэффициента пропускания панелей на основе современных

методов индикации (например, метода ВОМС) и дает более яркое (менее энергопотребляющее) дисплейное устройство на жидких кристаллах. Даже если коэффициент пропускания по методу меньше 50%, настоящее изобретение имеет большую практическую ценность из-за простой структуры панелей и низкой стоимости их изготовления.

Для простого повышения коэффициента пропускания может оказаться достаточным расширение межэлектродного расстояния S ; однако расширение межэлектродного расстояния S увеличивает время отклика.

Фиг.6 показывает, что коэффициент пропускания можно повысить путем увеличения $(S+1,7)/(S+L)$ без расширения межэлектродного расстояния S ; настоящее изобретение впервые дает это преимущество.

На фиг.7 показана зависимость быстроты отклика от температуры в случае, когда ширина электродов L равна 4 мкм и межэлектродное расстояние S равно 4 мкм. Как ясно из этого чертежа, настоящее изобретение дает быстрый отклик даже при низких температурах; таким образом, настоящее изобретение имеет большую практическую ценность.

Причина, по которой жидкокристаллический индикаторный элемент в жидкокристаллическом дисплейном устройстве настоящего изобретения дает быстрый отклик, состоит в том, что, когда приложено напряжение, молекулы жидкого кристалла поворачиваются и испытывают деформацию продольного изгиба.

Как видно из фиг.8, течение (в направлении, показанном на фиг.8 стрелкой) происходит в слое жидкого кристалла, когда приложено напряжение. Здесь возникают вращения в нескольких направлениях, симметричных относительно линии дисклинации, или смещения с поворотом (темная линия), практически посередине между смежными общим электродом и пиксельным электродом. Около линии дисклинации крутящий момент действует в том же направлении. Поэтому, в отличие от метода СН и метода ВОМС, не возникает такого осложнения, когда одно течение в слое жидкого кристалла препятствует другому движению. Благодаря этому настоящее изобретение может обеспечить быстрый отклик подобно методу ОСДЛ.

Такая высокая быстрота отклика соответствует степени деформации продольного изгиба (кривизне). Эта степень деформации продольного изгиба зависит от физических свойств жидкокристаллического вещества (особенно от анизотропии диэлектрической проницаемости $\Delta\epsilon$ и коэффициента упругости); она зависит также от свойств гребенчатого электрода, таких как ширина электрода L и межэлектродное расстояние S , и от толщины слоя жидкого кристалла (глубины ячейки). Другими словами, по настоящему изобретению, степень деформации продольного изгиба можно свободно управлять в соответствии с распределением напряженности электрического поля в ячейке. Поэтому отклик может получиться более быстрым, чем по методу ОСДЛ.

В качестве упомянутого выше жидкокристаллического вещества использовалось SD-5654 ($\Delta\epsilon=16,2$, $\Delta n=0,099$, Chisso Corp.), а приведенные экспериментальные результаты относились к опытной ячейке (глубина ячейки 4 мкм) с распределенными в ней шариками диаметром 4 мкм. Ниже описываются экспериментальные результаты относительно другой системы.

Помимо этого в качестве жидкокристаллического вещества использовалось MJ08420X ($\Delta\epsilon=12,9$, $\Delta n=0,10$, Merck KGaA), и распределялись шарики диаметром 3,4 мкм; опытные ячейки (глубина ячейки 3,4 мкм) с различными отношениями ширины электрода L к межэлектродному расстоянию S изготавливались тем же способом, что описан выше. Характеристики напряжение-коэффициент

пропускания снимались для каждой величины отношения ширины электрода L к межэлектродному расстоянию S . В Таблице 1 представлен коэффициент пропускания в случае приложенного напряжения 6 В.

5

Таблица 1

Ширина электрода L , мкм	Меж-электродное расстояние S , мкм	S/L	$(S+1,7)/(S+L)$	Коэффициент пропускания при напряжении 6 В, %
4	3	0,75	0,67	46
10	4	1	0,71	52
4	6	1,5	0,77	59
4	8	2	0,81	60
4	10	2,5	0,84	62
4	12	3	0,86	65
15	15	3,75	0,88	67
3	3	1	0,78	58
3	6	2	0,86	61
3	9	3	0,89	68
3	12	4	0,91	70
3	15	5	0,93	71
20	6	0,5	0,52	40
6	5	0,83	0,61	48
6	7	1,17	0,67	51
6	9	1,5	0,71	55
6	12	2	0,76	60
25	6	15	2	63

Таблица 1 показывает, что эта система также дает коэффициент пропускания 50% или больше при нормальных управляющих напряжениях (около нескольких вольт) при значении соотношения $(S+1,7)/(S+L) \geq 0,7$.

30 Как отмечено выше, коэффициент пропускания возрастает по мере роста межэлектродного расстояния S ; однако желательные эффекты по мере роста межэлектродного расстояния S постепенно приближаются к насыщению. Точнее говоря, с увеличением межэлектродного расстояния S растет управляющее
35 напряжение и снижается быстрота отклика. Поэтому нецелесообразно увеличивать межэлектродное расстояние S сверх необходимого.

Помимо этого в качестве жидкокристаллического вещества использовалось MJ0844X ($\Delta\epsilon=20,0$, $\Delta n=0,12$, Merck KGaA), и распределялись шарики диаметром 3,1 мкм; опытные ячейки (глубина ячейки 3,1 мкм) с различными
40 отношениями межэлектродного расстояния S к ширине электрода L изготавливались тем же способом, что описан выше. Снимались их характеристики напряжение-коэффициент пропускания и время отклика для каждой величины отношения межэлектродного расстояния S к ширине электрода L . В Таблице 2 представлен
45 коэффициент пропускания в случае приложенного напряжения 6,5 В.

Таблица 2

S/L	Коэффициент пропускания при напряжении 6,5 В, %	Время отклика затухания, мс
2,5	62	4,8
3	65	5,2
3,5	67	5,5
3,75	67	6
4	62	12,3
4,5	56	22,8

5	48	30
---	----	----

Из Таблицы 2 видно, что время отклика возрастает, а коэффициент пропускания убывает, когда отношение межэлектродного расстояния S к ширине электрода L больше 3,75. Поэтому характеристики индикации, наоборот, ухудшаются, если межэлектродное расстояние S увеличивается больше, чем нужно. Здесь снижение коэффициента пропускания обусловлено ослаблением электрического поля, вызванным увеличением межэлектродного расстояния S .

Если ширина электрода L постоянна, скорость отклика и коэффициент пропускания находятся в оптимальном (компромиссном) соотношении. Чем меньше ширина электрода L , тем быстрее отклик и выше коэффициент пропускания. Однако с учетом наличия ограничений процесса (производства) в настоящее время ширина электрода L ограничена снизу пределом от 2 до 2,5 мкм. В этих условиях подходящей шириной электрода L является 2,5 мкм, а подходящим межэлектродным расстоянием S - от 7 до 8 мкм. Эти величины дают наиболее уравновешенные быстрый отклик и высокий коэффициент пропускания при ограничениях современного процесса (производства). В этом случае отношение (S/L) межэлектродного расстояния S к ширине электрода L лежит в пределах от 2,8 до 3,2.

В случае когда ширина электрода L равна 2 мкм, а межэлектродное расстояние S равно 8 мкм, отношение S/L равно 4. Как видно из Таблицы 2, отношение S/L , равное 4, дает время отклика 12,8 мс; это время короче, чем используемое на практике время отклика 16 мс. Таким образом, отношение S/L , равное 4, также допускает отклик за время одного кадра.

Как указано выше, предпочтительное отношение S/L равно 4 или ниже, чтобы гарантировать практически используемое время отклика; предпочтительно отношение, равное 3,75 или ниже, чтобы эффективно снизить время отклика; и предпочтительно отношение 3,2 или ниже, чтобы соответствовать указанным выше ширине электрода L и межэлектродному расстоянию S ($L=2,5$ мкм, $S=7-8$ мкм) с учетом ограничений существующего (технологического) процесса.

Пример 2

Жидкокристаллическая ячейка той же основной структуры, что и структура, показанная на фиг.4, с шириной электрода L , равной 4 мкм, межэлектродным расстоянием S , равным 4 мкм, и глубиной ячейки, равной 4 мкм, изготавливалась следующим способом.

Сначала была изготовлена подложка 42, снабженная гребенчатым электродом 41, изготовленным из оксида олова-индия. Подложка была погружена на 5 минут в раствор вещества с кремнийводородными связями (силана) с формулой $\text{CF}_3\text{-(CF}_2\text{)}_{17}\text{-SiCl}_3$ (конц. 1 моль/л) в смеси хлороформа и N-метилпирролидона (NMP) (отношение по объему хлороформ:NMP=1:10), потом высушена в течение 1 часа при 120°C в сухом азоте. Таким образом был сформирован ориентирующий слой 44 (поверхностная энергия сцепления 5×10^{-5} Дж/м²).

Тем же способом из того же вещества для ориентирующих слоев, которое использовалось для слоя 44, на подложке 43 был сформирован ориентирующий слой 45. Потом по подложке 42 были распределены капельки смолы 46 диаметром 4 мкм (Micropearl SP, Sekisui Chemical Co., Ltd.), а на подложку 43 впечатан смоляной герметик 47 (STRUCTBOND XN-21-S, Mitsui Toatsu Chemicals, Inc.). Эти подложки были скреплены друг с другом и отверждались 3 часа при 250°C. Таким образом была изготовлена жидкокристаллическая ячейка.

После этого в жидкокристаллическую ячейку было внесено методом вакуумного впрыска жидкокристаллическое вещество 48 (ZLI-2293, $\Delta\epsilon=10$, $\Delta n=0,136$, Merck KGaA) и прикреплены к ней поляризаторы 49 и 50. Таким образом были изготовлены жидкокристаллические индикаторные элементы для Примера 2.

5 Взаимосвязь между направлением наложенного электрического поля и азимутами осей поляризаторов 49 и 50 в этом примере была такой же, как в Примере 1, и проиллюстрирована на фиг.5.

10 Максимальный коэффициент пропускания жидкокристаллического индикаторного элемента из Примера 2 составлял 53% и делал возможной более яркую индикацию, чем по методу ВОМС с ребристой структурой и коэффициентом пропускания 42%. Таким образом, элемент имеет большую практическую ценность.

Сравнительный пример 1

15 Помимо этого было использовано жидкокристаллическое вещество со свойствами $\Delta\epsilon=15$, $\Delta n=0,1$, $k_{11}=11,2$ пН, $k_{22}=5,2$ пН и $k_{33}=15,6$ пН; отношение L/S составляло 10 мкм/14 мкм, а глубина ячейки 7 мкм; индикаторный жидкокристаллический элемент для Сравнительного примера 1 был изготовлен с той же структурой, что элемент для Примера 1.

20 Затем на индикаторный жидкокристаллический элемент подавались прямоугольные импульсы напряжения от 0-20 В частотой 30 Гц и измерялся максимальный коэффициент пропускания; величина составляла 34%. Кроме того, при подаче напряжения 7 В активационное время отклика (включения пикселя) составляло 20 мс, а время отклика на прекращение подачи напряжения 7 В
25 составляло 25 мс; откликаемость индикаторного жидкокристаллического элемента оказалась неудовлетворительной.

Здесь k_{11} , k_{22} и k_{33} - это упругие константы для поперечного изгиба, изгиба кручения и продольного изгиба соответственно.

Пример 3

30 Индикаторные жидкокристаллические элементы А-Е для Примера 3 были изготовлены тем же способом, что для Примера 1. У всех индикаторных элементов были разные ширины электродов L и межэлектродное расстояние S при толщине слоя жидкого кристалла 4 мкм.

35 На фиг.9 изображена в разрезе основная структура индикаторных жидкокристаллических элементов из Примера 3.

40 В случае если группа общих электродов и группа пиксельных электродов расположены на одной плоскости, вероятность возникновения короткого замыкания возрастает с уменьшением межэлектродного расстояния S . Поэтому в настоящем примере между группой общих электродов и группой пиксельных электродов была методом вакуумного напыления сформирована в качестве изолятора пленка SiN_x (толщина 2 мкм).

45 Физические свойства использованного в эксперименте жидкокристаллического вещества производства фирмы Merck: анизотропия коэффициента преломления $\Delta\epsilon=21$ и двойное лучепреломление $\Delta n=0,11$.

Метод изготовления каждого из индикаторных жидкокристаллических элементов А-Е описан ниже.

50 Сначала была изготовлена подложка 92 и на подложке сформирована группа общих электродов 91. На них был нанесен методом вакуумного напыления слой SiN_x 93, а поверх него сформирована группа пиксельных электродов 94. Полученная таким образом стеклянная подложка 92, снабженная гребенчатым электродом 41,

изготовленным из оксида олова-индия, была погружена на 5 минут в раствор вещества с кремнийводородными связями (силана) с формулой $\text{CF}_3-(\text{CF}_2)_{17}-\text{SiCl}_3$ (конц. 1 моль/л) в смеси хлороформа и N-метилпирролидона (отношение по объему хлороформ:NMP=1:10). Потом подложка высушена в течение часа при 120°C в сухом азоте. Таким образом, был сформирован ориентирующий слой 95.

Тем же способом и с использованием тех же веществ, что и для ориентирующего слоя 95, был образован ориентирующий слой 97 на подложке 96.

После этого по подложке 92 были распределены капельки смолы 98 диаметром 4 мкм (Micropearl SP, Sekisui Chemical Co., Ltd.), а на подложку 96 впечатан смоляной герметик 99 (STRUCTBOND XN-21-S, Mitsui Toatsu Chemicals, Inc.). Эти подложки были скреплены друг с другом и отверждались 3 часа при 250°C . Таким образом была изготовлена жидкокристаллическая ячейка.

Методом вакуумного впрыска в жидкокристаллическую ячейку было внесено жидкокристаллическое вещество 100 ($\Delta\epsilon=21$, $\Delta n=0,106$, Merck KGaA) и прикреплены к ней поляризаторы 101 и 102. Таким образом были изготовлены жидкокристаллические индикаторные элементы для Примера 3.

Направление наложенного электрического поля и азимуты осей поляризаторов 101 и 102 в этом примере находятся в той же взаимосвязи, что в Примере 1, которая проиллюстрирована на фиг.5.

В Таблице 3 для индикаторных жидкокристаллических элементов А-Е представлены характеристики электродов, максимальные коэффициенты пропускания время отклика затухания в случае прекращения приложения напряжения 6 В.

ЖК элемент	Ширина электрода L , мкм	Межэлектродное расстояние S , мкм	$(S+1,7)/(S+L)$	Максимальный коэффициент пропускания, %	Время отклика затухания, мс
А	1	3	1,2	-	-
В	2	6	0,96	75	6
С	3	9	0,89	70	15
Д	4	12	0,86	62	24
Е	5	15	0,84	53	42

У индикаторного жидкокристаллического элемента А слишком маленькая длина электрода, и произошел разрыв. Поэтому индикаторный жидкокристаллический элемент А не мог служить в качестве индикаторного жидкокристаллического элемента.

У каждого из индикаторных жидкокристаллических элементов В-Д были высокие показатели коэффициента пропускания и удовлетворительное время отклика.

У индикаторного жидкокристаллического элемента Е был медленный отклик затухания, неподходящий для практического применения.

В настоящем примере использовался лишь один простой образец ориентирующего слоя, но, конечно же, допустимо использовать и традиционные полиамидные ориентирующие слои и неорганические ориентирующие слои, которые ориентируют молекулы жидкого кристалла согласно форме своей поверхности.

Тем не менее, процесс формирования мономолекулярной адсорбционной пленки может быть чрезвычайно простым, и благодаря этому можно получить однородный ориентирующий слой путем всего лишь погружения подложки в раствор.

По традиционным методам индикации следует формировать угол предварительного наклона; однако контролировать угол предварительного наклона для мономолекулярной адсорбционной пленки нелегко. В отличие от традиционных,

согласно методу индикации настоящего изобретения требуется только, чтобы молекулы жидкого кристалла были ориентированы практически перпендикулярно. Поэтому весьма целесообразно использовать мономолекулярную адсорбционную пленку в методе индикации настоящего изобретения, который не требует контроля

5 точности угла предварительного наклона.
Мономолекулярная адсорбционная пленка - это микропленка молекулярного уровня, и падение напряжения, обусловленное ориентирующей пленкой, вызывает меньшее. Следовательно, и в этом отношении мономолекулярная адсорбционная

10 Пример 4

Помимо этого в качестве жидкокристаллического вещества был использован MJ08356 ($\Delta\epsilon=20$, $\Delta n=0,1$, Merck KGaA), и распределялись шарики диаметром 3,7 мкм; опытные ячейки (глубина ячейки 3,7 мкм) с различными

15 отношениями межэлектродного расстояния S к ширине электрода L изготавливались тем же способом, что для Примера 1. Снимались их характеристики напряжение-коэффициент пропускания и время отклика для каждой величины отношения межэлектродного расстояния S к ширине электрода L . Здесь слой жидкого кристалла

20 давал оптическую разность хода R_{th} в поперечном направлении (по толщине), равную 260 нм.
Фиг.10 представляет собой диаграмму сравнения значений электрического напряжения относительно показателей коэффициента пропускания (для данного метода) жидкокристаллических дисплейных устройств из Примера 4.

25 Фиг.10 показывает, что максимальный коэффициент пропускания должен был, скорее всего, повышаться по мере роста величины отношения межэлектродного расстояния S к ширине электрода L (S/L), и рост должен становиться более крутым в области порогового напряжения, а яркостные характеристики ухудшаться в областях

30 низкой яркости.
Для решения этих проблем полезно создать область, в которой показатели напряжение-коэффициент пропускания растут вблизи порогового напряжения умеренно, т.е. там, где отношение S/L относительно мало, в области пикселя. В этой области максимальный коэффициент пропускания падает, но яркостные показатели при малой яркости значительно улучшаются по сравнению с областью, где отношение S/L относительно велико. Поэтому дисплейное устройство на жидких кристаллах, содержащее области с различным значением S/L в каждой из них, имеет более значительную практическую ценность.

40 Кроме того, в конструкции с единственной величиной отношения S/L электроды могут не соответствовать пикселям. Использование сочетания двух или более величин отношения S/L приводит к эффективному использованию области пикселя. В частности, есть возможность ликвидировать мертвую зону, которую нужно формировать, если в пикселе нет места, куда можно приспособить пару электродов.

45 Количество областей с различным значением S/L в каждой из них, располагающихся в одной пиксельной области, не ограничивается здесь конкретным числом. Решение о желательном количестве принимается в соответствии с показателями по углу видимости.

50 Пример 5

Индикаторный жидкокристаллический элемент для Примера 5 был изготовлен с той же структурой, которая показана в разрезе на фиг.4.

Ширина электрода L и межэлектродное расстояние S были 3,0 мкм и 5,0 мкм

соответственно, а глубина ячейки 3,0 мкм. То есть была задана величина $(S+1,7)/(S+L)$ около 0,84.

Индикаторный жидкокристаллический элемент изготавливался тем же способом, что и для Примера 1. Жидкокристаллическое вещество MJ081029 ($\Delta\varepsilon=22,5$, $\Delta n=0,100$, Merck KGaA) вводилось в индикаторный жидкокристаллический элемент методом вакуумного впрыска, и к элементу прикреплялись поляризаторы 49 и 50.

Направление наложенного электрического поля и азимуты осей поляризаторов 49 и 50 в этом примере соответствуют Примеру 1 и показаны на фиг.5.

На изготовленный таким образом индикаторный жидкокристаллический элемент подавался прямоугольный импульс напряжения 0-6 В частотой 30 Гц и измерялся максимальный коэффициент пропускания при комнатной температуре (25°C); его величина оказалась равной 62%.

В случае если жидкокристаллическое дисплейное устройство собрано из индикаторных жидкокристаллических элементов по настоящему примеру, подобно тому, как собирается традиционное дисплейное устройство на жидких кристаллах, яркость жидкокристаллических дисплейных устройств оценивается на основе этих величин по следующей схеме.

Если коэффициент пропускания поляризатора равен 40%, коэффициент пропускания цветофильтра - 35%, апертурное отношение пикселя - 55%, а яркость фоновой подсветки - 5000 кд/м², то яркость передней панели - 239 кд/м². Для устройств типа портативных компьютеров (лэптопов) это подходящая яркость. Разумеется, в таких устройствах, как телевизоры, для которых требуется более высокая яркость, можно применить более яркую фоновую подсветку.

Сравнительный пример 2

В качестве сравнительного примера для Примера 5 был изготовлен индикаторный жидкокристаллический элемент по методу BOMC со структурой, показанной на фиг.11.

Вначале была изготовлена стеклянная подложка 142, снабженная прозрачным электродом 151 с щелью 151а шириной 3,0 мкм. На подложку 142 методом центрифугирования был нанесен ориентирующий слой покрытия JALS-204 (раствор 5 вес.% γ -бутироактона, JSR Corp.) и отверждался 2 часа при 200°C. Таким образом был сформирован ориентирующий слой 144. В данном примере толщина ориентирующего слоя 144 составляла 60 нм.

Одновременно была изготовлена стеклянная подложка 143, снабженная прозрачным электродом 152. Выступ 153, вытянутый в направлении, перпендикулярном плоскости чертежа фиг.11, был сформирован методом фотолитографии. Потом на подложку 143 методом центрифугирования был нанесен ориентирующий слой покрытия JALS-204 (раствор 5 вес.% γ -бутироактона, JSR Corp.) и отверждался 2 часа при 200°C. Таким образом был сформирован ориентирующий слой 145. В данном примере толщина ориентирующего слоя 145 составляла 60 нм.

На следующем этапе по подложке 142 были распределены капельки смолы 146 диаметром 4 мкм (Micropearl SP, Sekisui Chemical Co., Ltd.), а на подложку 143 впечатан смоляной герметик 147 (STRUCTBOND XN-21-S, Mitsui Toatsu Chemicals, Inc.). Эти подложки были скреплены друг с другом и отверждались 3 часа при 250°C. Таким образом была изготовлена жидкокристаллическая ячейка.

После этого в жидкокристаллическую ячейку было внесено методом вакуумного впрыска жидкокристаллическое вещество 148 (MLC-6608, $\Delta\varepsilon=-4,2$, $\Delta n=0,083$, Merck KGaA) и прикреплены к ней поляризаторы 149 и 150. Таким образом были

изготовлены жидкокристаллические индикаторные элементы для Сравнительного примера 2.

На фиг.12 показана взаимосвязь между направлением щели 151 (тем же, что и направление выступа 153) и азимутами осей поляризаторов 149 и 150 в этом примере.

Затем на верхний и нижний электроды (прозрачные электроды 151 и 152) было подано напряжение 6 В. Коэффициент пропускания в данном случае составил 45%. На фиг.13 показано состояние углового смещения (поворота), в которое при этом перешли молекулы жидкого кристалла 148.

Согласно современному методу ВОМС, если коэффициент пропускания поляризатора - 40%, коэффициент пропускания цветофильтра - 35%, апертурное отношение пикселя - 55%, а яркость фоновой подсветки - 5000 кд/м², то яркость передней панели, которая получается равной 173 кд/м², неудовлетворительна. Поэтому в современном методе ВОМС помимо фоновой подсветки используется одна или более пленок, оптимизирующих яркость, благодаря чему яркость возрастает до 250 кд/м².

Как видно из Примера 5 и Сравнительного примера 2, индикаторный жидкокристаллический элемент из Примера 5 способен давать высокий коэффициент пропускания и не нуждается в пленке, оптимизирующей яркость и способной обусловить увеличение стоимости.

Таким образом, настоящий индикаторный элемент имеет исключительную практическую ценность.

Пример 6

Индикаторный жидкокристаллический элемент для Примера 6 был изготовлен с той же структурой, которая схематически показана в разрезе на фиг.4.

Ширина электрода L и межэлектродное расстояние S составляли 2,5 мкм и 2,0 мкм соответственно, а глубина ячейки 3,3 мкм. То есть была задана величина $(S+1,7)/(S+L)$ около 0,92.

Индикаторный жидкокристаллический элемент изготавливался тем же способом, что и для Примера 1. Жидкокристаллическое вещество MJ072330 ($\Delta\varepsilon=22,3$, $\Delta n=0,1220$, Merck KGaA) вводилось в индикаторный жидкокристаллический элемент методом вакуумного впрыска, и к элементу прикреплялись поляризаторы 49 и 50.

Направление наложенного электрического поля и азимуты осей поляризаторов 49 и 50 в этом примере соответствуют примеру 1 и показаны на фиг.5.

На изготовленный таким образом индикаторный жидкокристаллический элемент подавался прямоугольный импульс напряжения 0-6 В частотой 30 Гц и измерялся максимальный коэффициент пропускания при комнатной температуре (25°C); ее величина оказалась равной 72%.

В случае если жидкокристаллическое дисплейное устройство собрано из индикаторных жидкокристаллических элементов по настоящему примеру, подобно тому, как собирается традиционное жидкокристаллическое дисплейное устройство, яркость жидкокристаллического дисплейного устройства оценивается на основе этих величин по следующей схеме.

Если коэффициент пропускания поляризатора равен 40%, коэффициент пропускания цветофильтра - 35%, апертурное отношение пикселя - 55%, а яркость фоновой подсветки - 5000 кд/м², то яркость панели спереди - 277 кд/м². Эта величина примерно на 16% превышает яркость 239 кд/м², достигнутую в Примере 5.

Производимые в настоящее время телевизоры с 40-дюймовым жидкокристаллическим экраном содержат от 15 до 20 флуоресцентных ламп с

холодным катодом (CCFL). Поэтому данная величина означает, что в соответствии с настоящим примером число ламп можно сократить на 2 или 3. Настоящий пример имеет большую практическую ценность в смысле экономии ресурсов и снижения стоимости.

5 Пример 7

На фиг.15 схематически показана в разрезе основная структура индикаторного жидкокристаллического элемента из Примера 7.

10 Была изготовлена подложка 242 (нижняя стеклянная подложка), снабженная гребенчатым электродом 241, изготовленным из оксида олова-индия, шириной L , равной 2,6 мкм, с межэлектродным расстоянием S , равным 5,0 мкм. Ориентирующий слой покрытия JALS-204 (раствор 5 вес.% γ -бутиролактона фирмы JSR Corp.) был получен методом центрифугирования на подложке и затем отверждался 2 часа при 200°C. Таким образом был сформирован слой 244 (нижний ориентирующий слой). В 15 этом примере толщина ориентирующего слоя 244 составляла 60 нм.

Была приготовлена стеклянная подложка 243 (верхняя подложка) со сформированным на ней зеленым цветофильтром 254 толщиной 2,0 мкм. На подложке был сформирован также выравнивающий слой 255 из отверждаемого ультрафиолетом акрилата ($\epsilon=3,7$) (органический изолятор) толщиной 300 нм. 20

Ориентирующий слой 245 (верхний ориентирующий слой) толщиной 60 нм из покрытия JALS-204 был сформирован подобно слою на подложке 242.

25 Потом по подложке 242 были распределены капельки смолы 246 диаметром 3,7 мкм (Micropearl SP, Sekisui Chemical Co., Ltd.), а на подложку 243 впечатан смоляной герметик 247 (STRUCTBOND XN-21-S, Mitsui Toatsu Chemicals, Inc.). Эти подложки были скреплены друг с другом и отверждались 3 часа при 250°C. Таким образом была изготовлена жидкокристаллическая ячейка.

30 Методом вакуумного впрыска в жидкокристаллическую ячейку было внесено жидкокристаллическое вещество 248 (MJ08356, $\Delta\epsilon=20$, $\Delta n=0,1$, Merck KGaA) и прикреплены к ней поляризаторы 250 (верхний поляризатор) и 249 (нижний поляризатор). Таким образом были изготовлены жидкокристаллические индикаторные элементы для Примера 7.

35 Направление наложенного электрического поля и азимуты осей двух поляризаторов 249 и 250 в этом примере соответствуют аналогичным направлению и азимутам из Примера 1 (см. фиг.5). То есть два поляризатора 249 и 250 были расположены в положении скрещенных призм Николя, а электрическое поле наложено в направлении биссектрисы угла, образованного осями пропускания 40 поляризаторов 249 и 250.

На диаграмме фиг.16 представлен график характеристик напряжения относительно коэффициента пропускания жидкокристаллических дисплейных устройств из Примера 7.

45 Из результатов, представленных на фиг.16, видно, что настоящее изобретение способно дополнительно понизить напряжение по сравнению с понижением, которое соответствует светлым квадратам (\square) на фиг.10 ($L/S=2,6/5$). Предположительно это обусловлено следующим. Благодаря органическому изолятору (выравнивающий слой 255), сформированному на поверхности подложки 243, силовые линии 50 электрического поля входят в поверхность подложки 243, и потому молекулы жидкого кристалла в окрестности выравнивающего слоя 245, скорее всего, должны поворачиваться на поверхности подложки 243.

В настоящем изобретении в качестве вещества для выравнивающего слоя 255

использовался акрилат, отверждаемый ультрафиолетовым излучением. Веществом выравнивающего слоя могут быть органические слои, содержащие ненасыщенные карбоновые кислоты, такие как акриловая кислота и метакриловая кислота, или их эфиры; либо амиды, такие как акриламид и метакриламид, либо, разумеется, их производные. В качестве вещества выравнивающего слоя подходят также выравнивающие смолы (покрытия), такие как тугоплавкие полиамидные смолы.

Настоящее приложение является заявкой на приоритет к Патентной заявке № 2008-168593, поданной в Японии 27 июня 2008 года согласно Парижской конвенции и положениям национального закона указанного государства. Полное содержание заявки включено в описание путем ссылки.

СПИСОК ОБОЗНАЧЕНИЙ

11, 12, 42, 43, 92, 96, 142, 143, 242, 243 - подложка
 13, 14, 44, 45, 95, 97, 144, 145, 244, 245 - ориентирующий слой
 15, 48, 100, 248 - жидкий кристалл (нематический ЖК *p*-типа)
 16, 41, 91, 94, 241 - электрод (гребенчатый электрод)
 17, 18, 49, 50, 101, 102, 149, 150, 249, 250 - поляризатор
 46, 98, 146, 246 - сферический разделитель
 47, 99, 147, 247 - герметик
 93 - изолятор
 148 - жидкий кристалл (ЖК *n*-типа)
 151, 152 - прозрачный электрод
 151а - щель
 153 - выступ (ребро)
 254 - цветофильтр
 255 - выравнивающий слой

Формула изобретения

1. Жидкокристаллическое устройство отображения, содержащее:
 две подложки, по меньшей мере одна из которых прозрачна; и нематический жидкий кристалл *p*-типа, помещенный между двумя подложками,
 причем нематический жидкий кристалл *p*-типа выровнен перпендикулярно к поверхностям двух подложек, когда не приложено напряжение; причем по меньшей мере одна из двух подложек имеет гребенчатый электрод;

причем гребенчатый электрод удовлетворяет соотношению $(S+1,7)/(S+L) \geq 0,7$, где *L* представляет собой ширину электрода, а *S* представляет собой расстояние между электродами; и пиксель, имеющий первую область и вторую область, причем первая область или вторая область имеет просветный участок, занимающий 50% или больше просветного участка пикселя.

2. Жидкокристаллическое устройство отображения по п.1, в котором вторая область имеет отношение *S/L* между шириной *L* электрода и расстоянием *S* между электродами, отличное от такого отношения первой области.

3. Жидкокристаллическое устройство отображения по одному из пп.1-3, в котором ширина *L* электрода и расстояние *S* между электродами удовлетворяют соотношению $S/L \leq 3,75$.

4. Жидкокристаллическое устройство отображения по п.1, в котором ширина *L* электрода 2 мкм или больше.

5. Жидкокристаллическое устройство отображения по п.1, в котором ширина *L*

электрода 4 мкм или меньше.

6. Жидкокристаллическое устройство отображения по п.1, в котором: гребенчатый электрод включает в себя группу общих электродов и группу пиксельных электродов; и

5 группа общих электродов и группа пиксельных электродов расположены через изолирующий слой.

7. Жидкокристаллическое устройство отображения по п.1, в котором ширина L электрода и расстояние S между электродами удовлетворяют соотношению $(S+1,7)/(S+L) \geq 0,8$.

8. Жидкокристаллическое устройство отображения по п.1, в котором ширина L электрода и расстояние S между электродами удовлетворяют соотношению $(S+1,7)/(S+L) \geq 0,9$.

9. Жидкокристаллическое устройство отображения, содержащее: две подложки, по меньшей мере одна из которых прозрачна; и нематический жидкий кристалл р-типа, помещенный между двумя подложками,

15 причем нематический жидкий кристалл р-типа выровнен перпендикулярно к поверхностям двух подложек, когда не приложено напряжение; причем по меньшей мере одна из двух подложек имеет гребенчатый электрод; и

20 пиксель, имеющий первую область и вторую область, которая имеет отношение S/L между шириной L электрода и расстоянием S между электродами гребенчатого электрода, отличное от такого отношения первой области.

25 причем первая область или вторая область имеет просветный участок, занимающий 50% или больше просветного участка пикселя.

10. Жидкокристаллическое устройство отображения по п.9, в котором ширина L электрода и расстояние S между электродами удовлетворяют соотношению $(S+1,7)/(S+L) \geq 0,7$.

30 11. Жидкокристаллическое устройство отображения по п.9, в котором ширина L электрода и расстояние S между электродами удовлетворяют соотношению $S/L \leq 3,75$.

12. Жидкокристаллическое устройство отображения по п.9, в котором ширина L электрода равна 2 мкм или больше.

35 13. Жидкокристаллическое устройство отображения по п.9, в котором ширина L электрода равна 4 мкм или меньше.

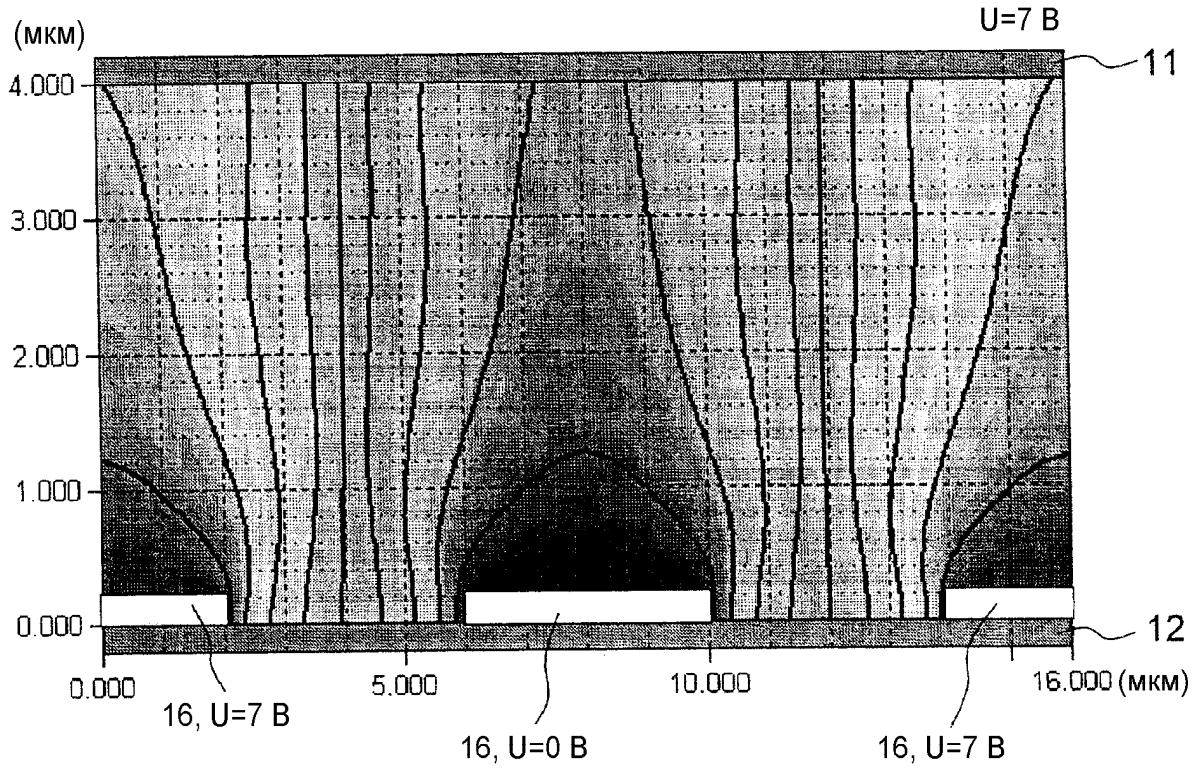
14. Жидкокристаллическое устройство отображения по п.9, в котором: гребенчатый электрод включает в себя группу общих электродов и группу пиксельных электродов; и

40 группа общих электродов и группа пиксельных электродов расположены через изолирующий слой.

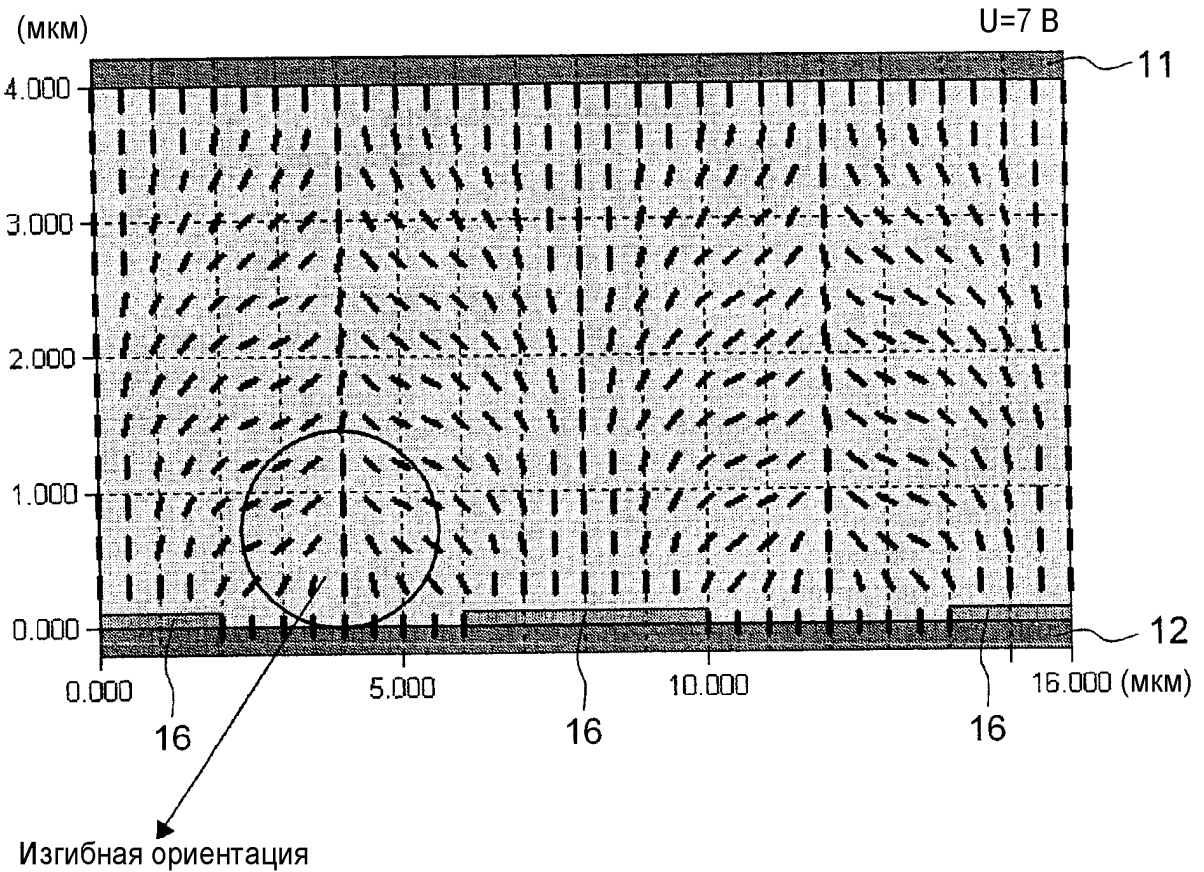
15. Жидкокристаллическое устройство отображения по п.9, в котором ширина L электрода и расстояние S между электродами удовлетворяют соотношению $(S+1,7)/(S+L) \geq 0,8$.

45 16. Жидкокристаллическое устройство отображения по п.9, в котором ширина L электрода и расстояние S между электродами удовлетворяют соотношению $(S+1,7)/(S+L) \geq 0,9$.

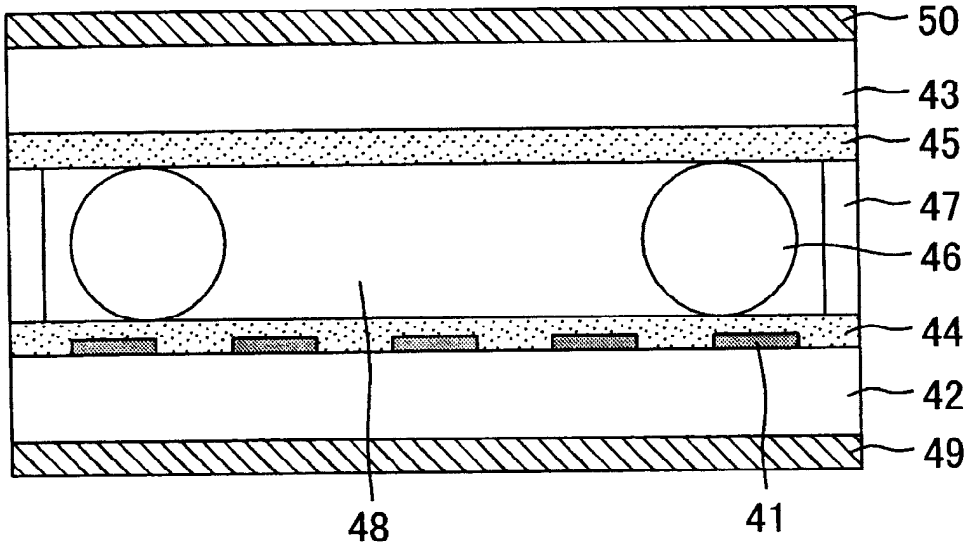
50



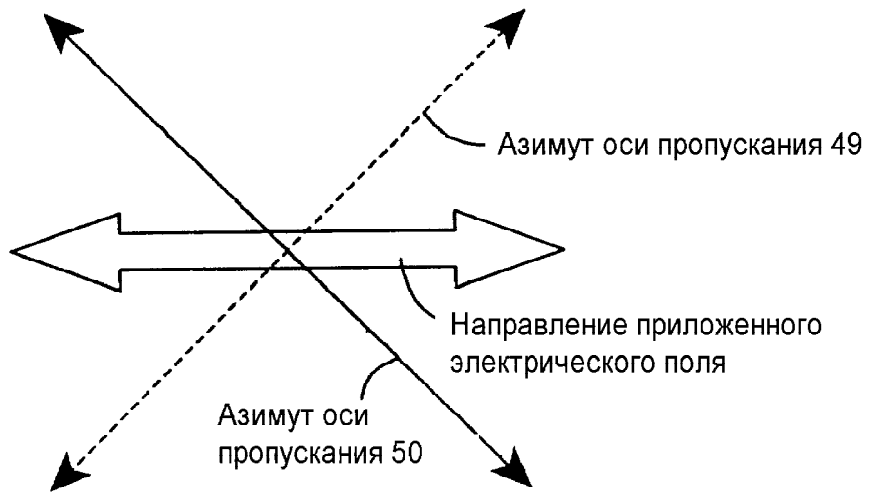
ФИГ. 2



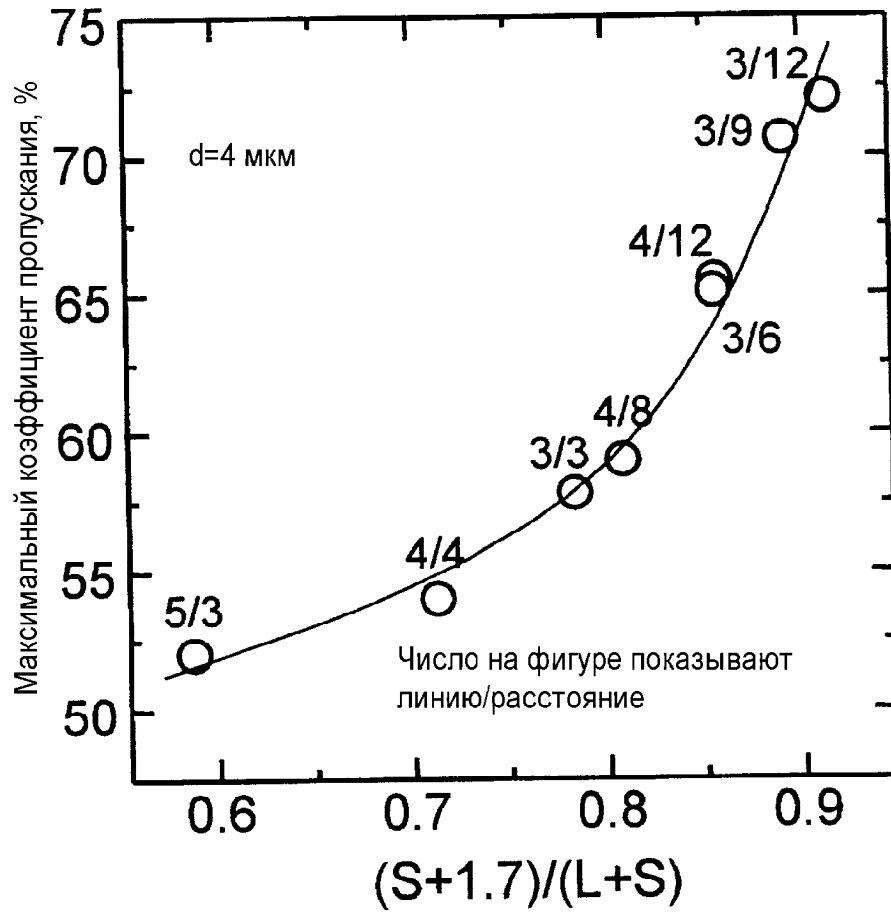
ФИГ. 3



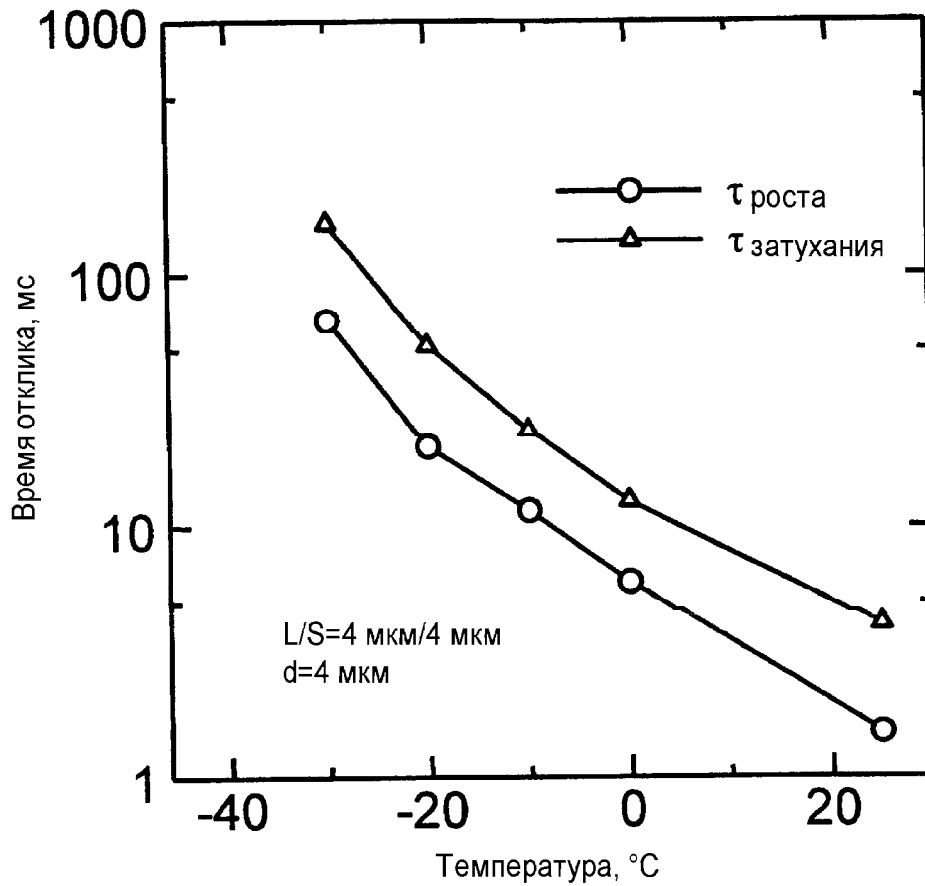
ФИГ. 4



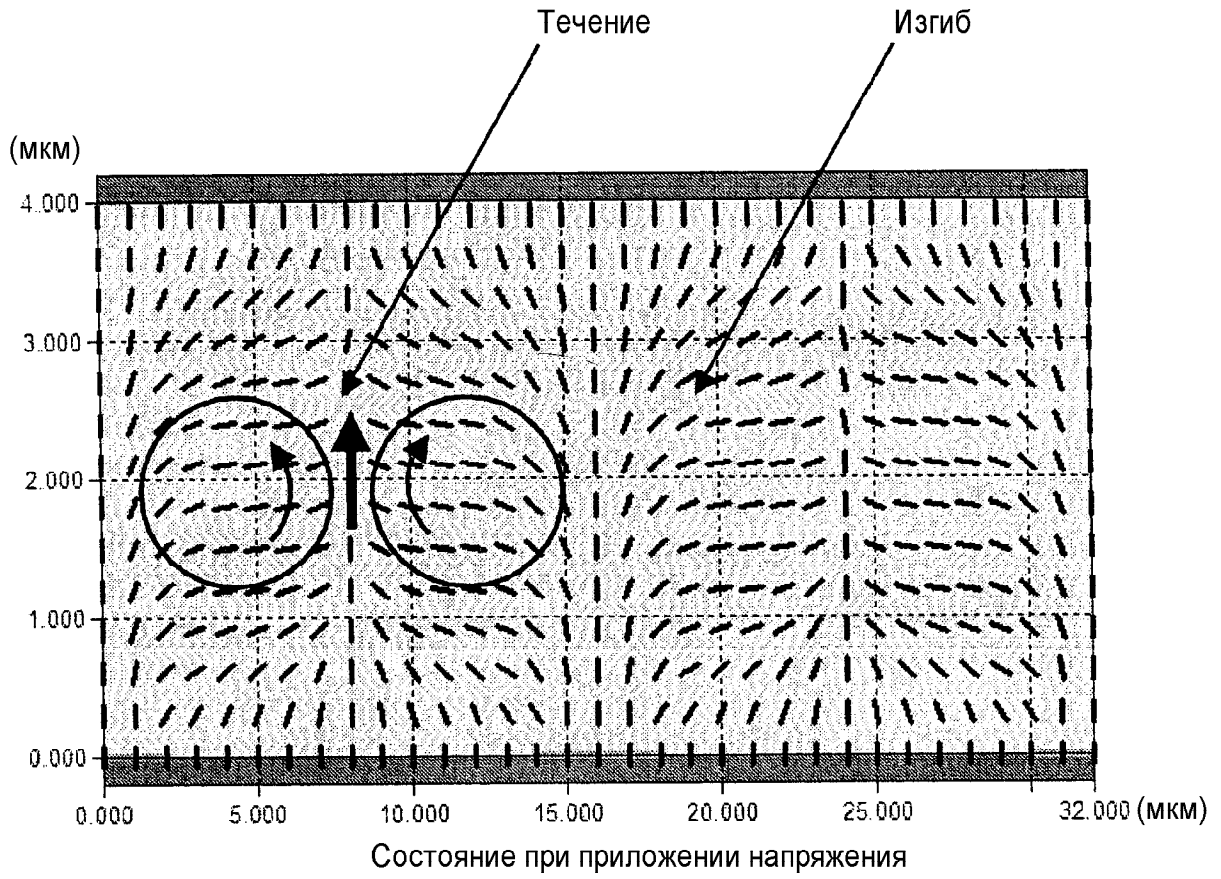
ФИГ. 5



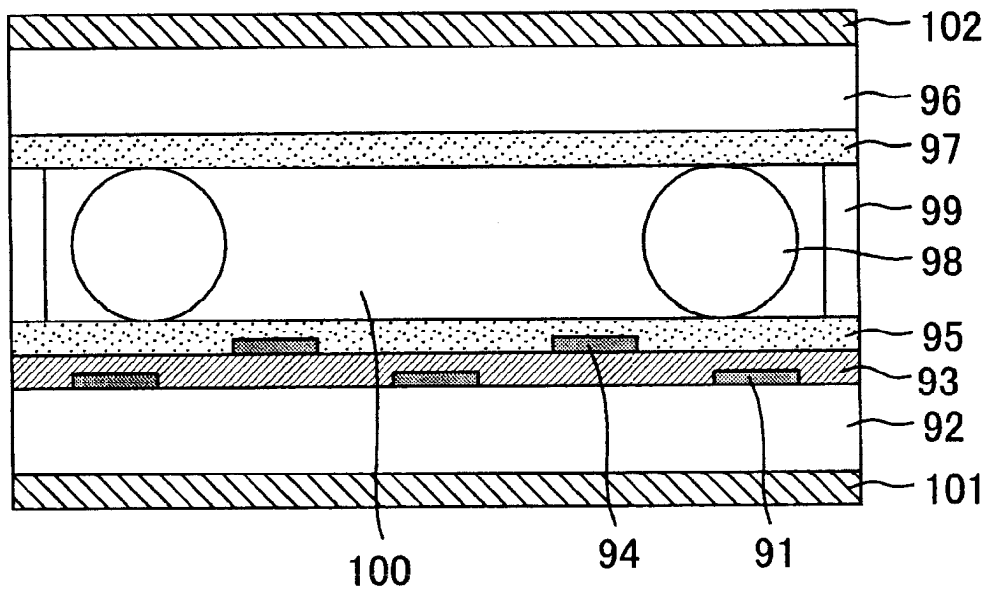
ФИГ. 6



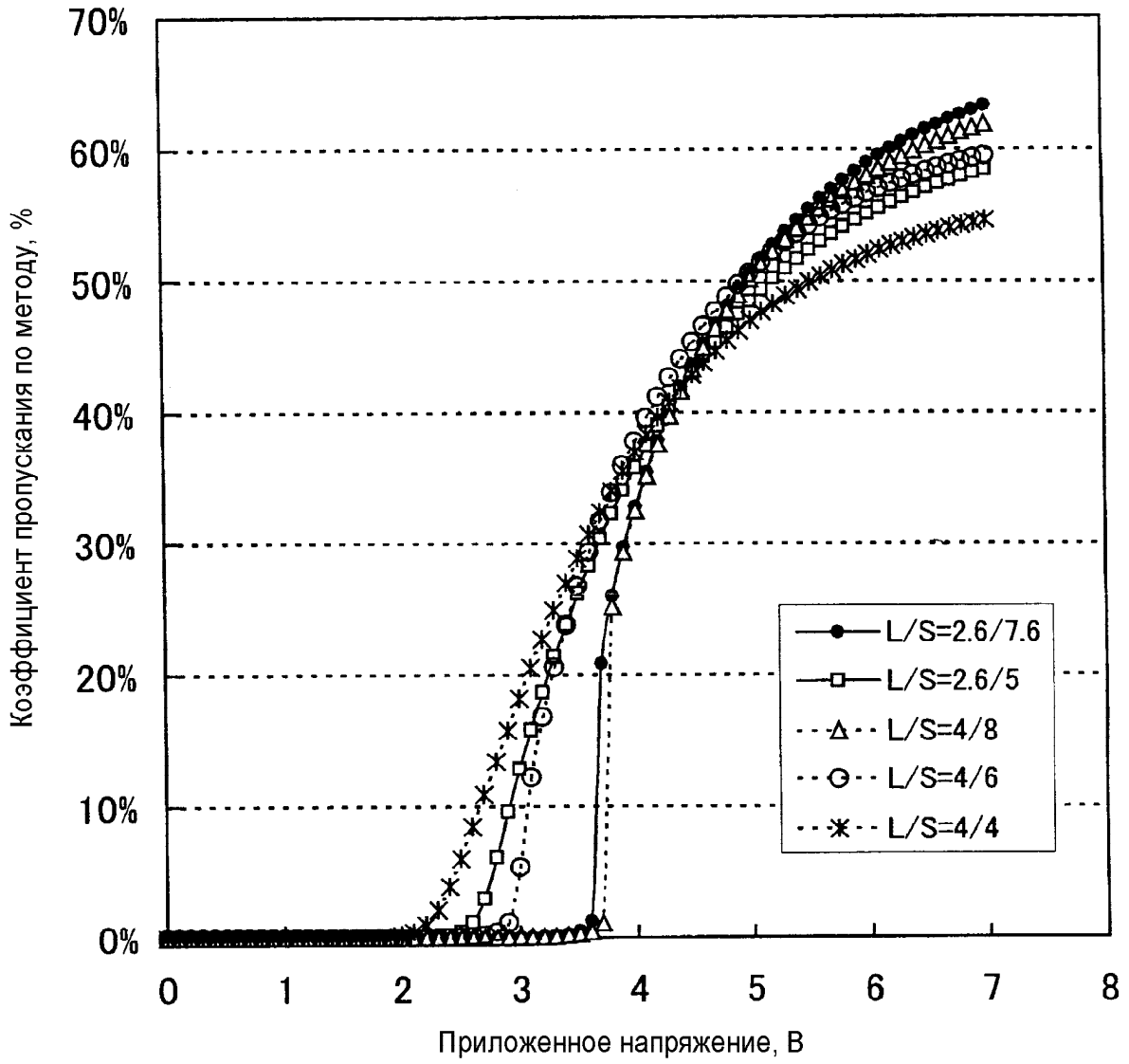
ФИГ. 7



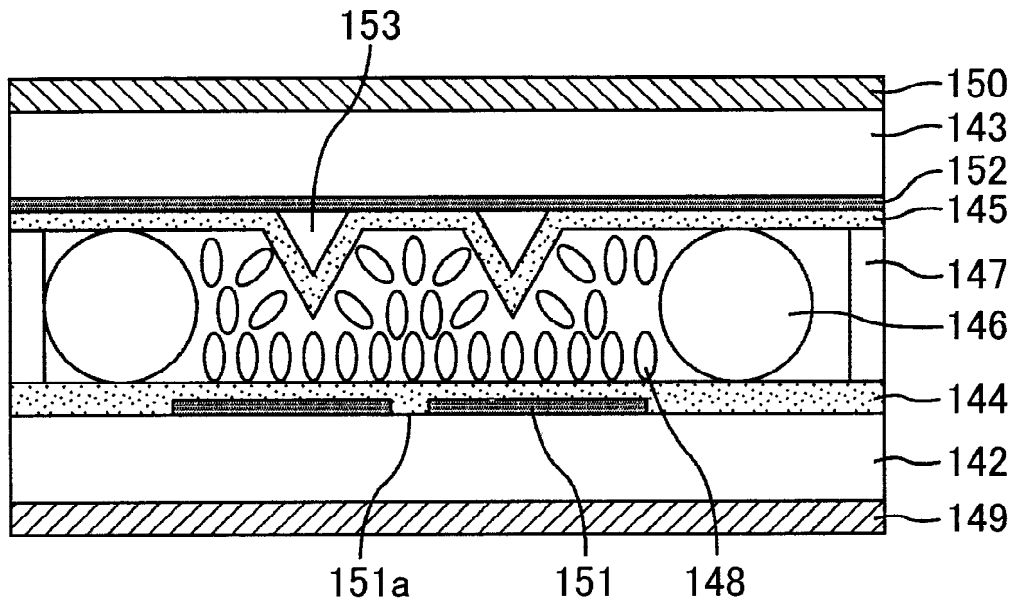
ФИГ. 8



ФИГ. 9

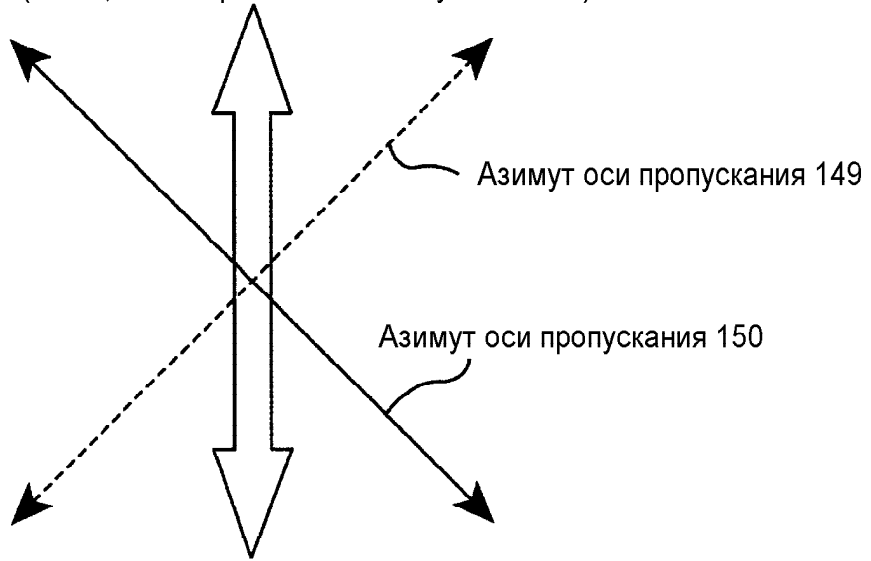


ФИГ. 10

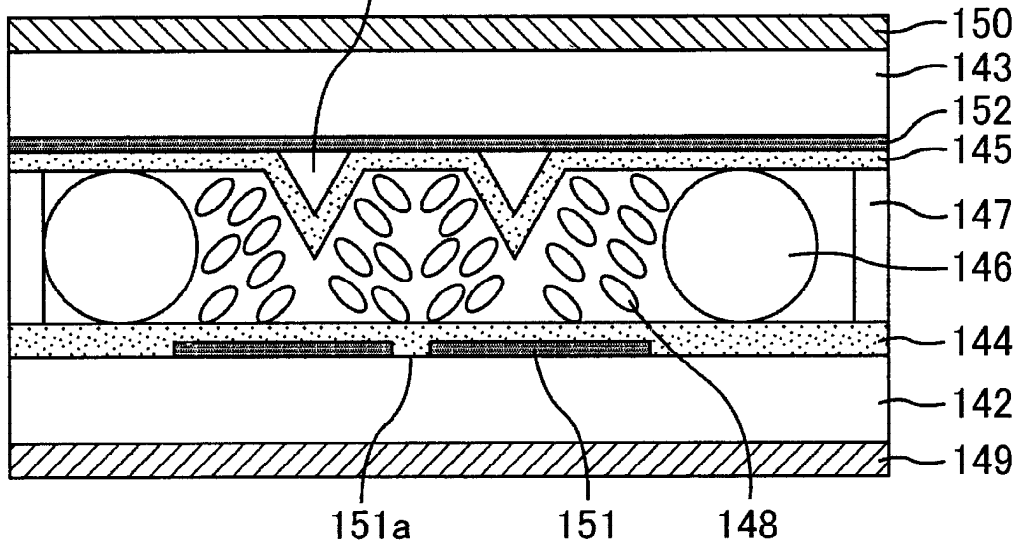


ФИГ. 11

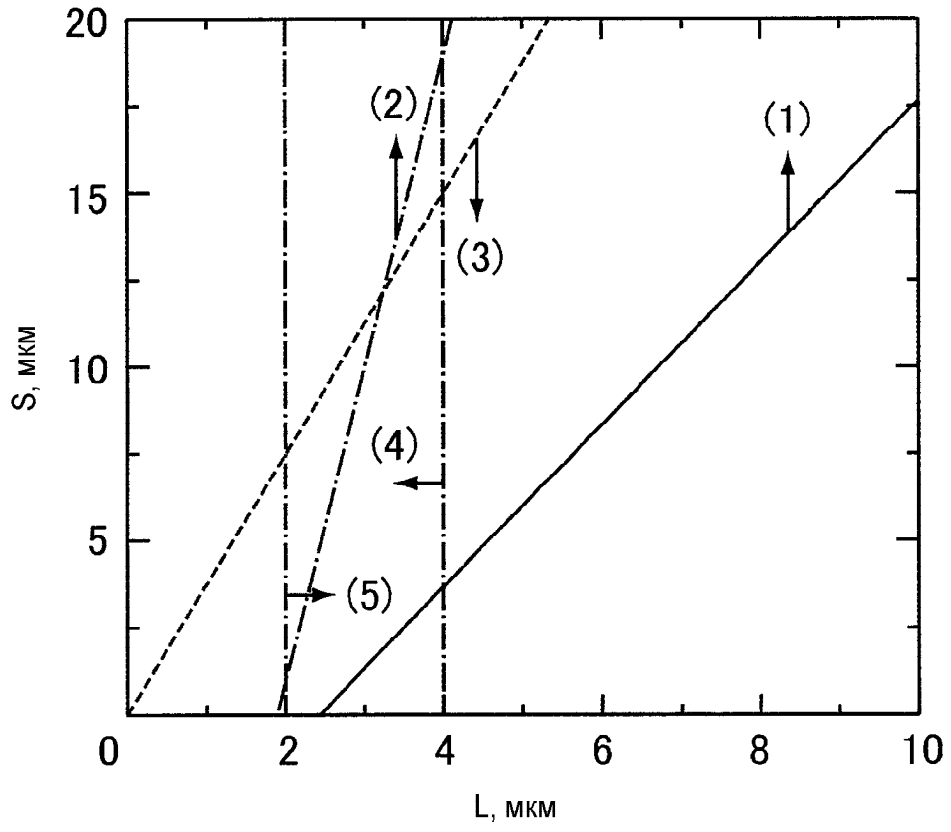
Направление вытянутости 151а
(то же, что направление вытянутости 153)



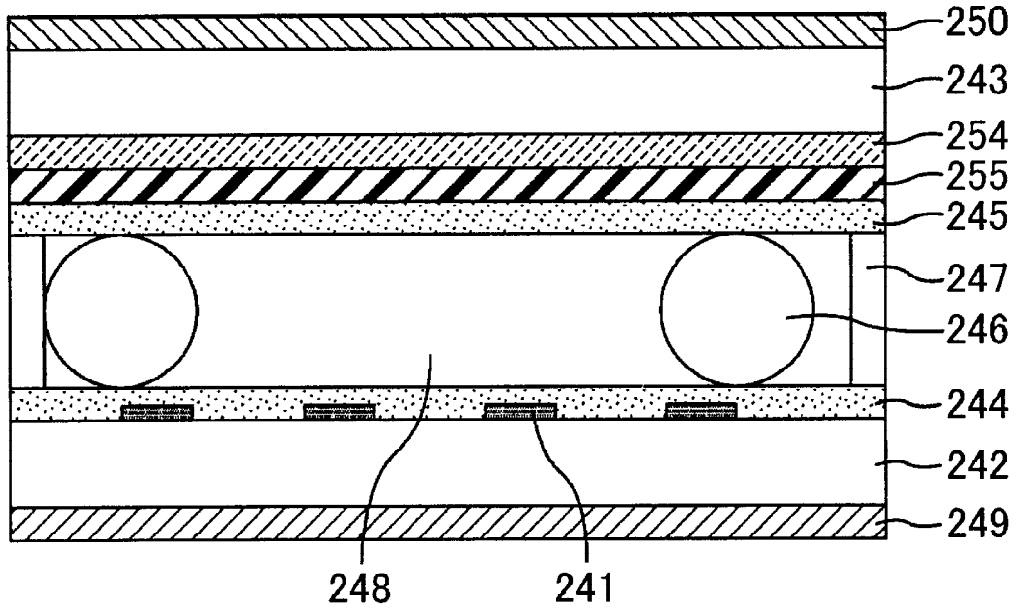
ФИГ. 12
153



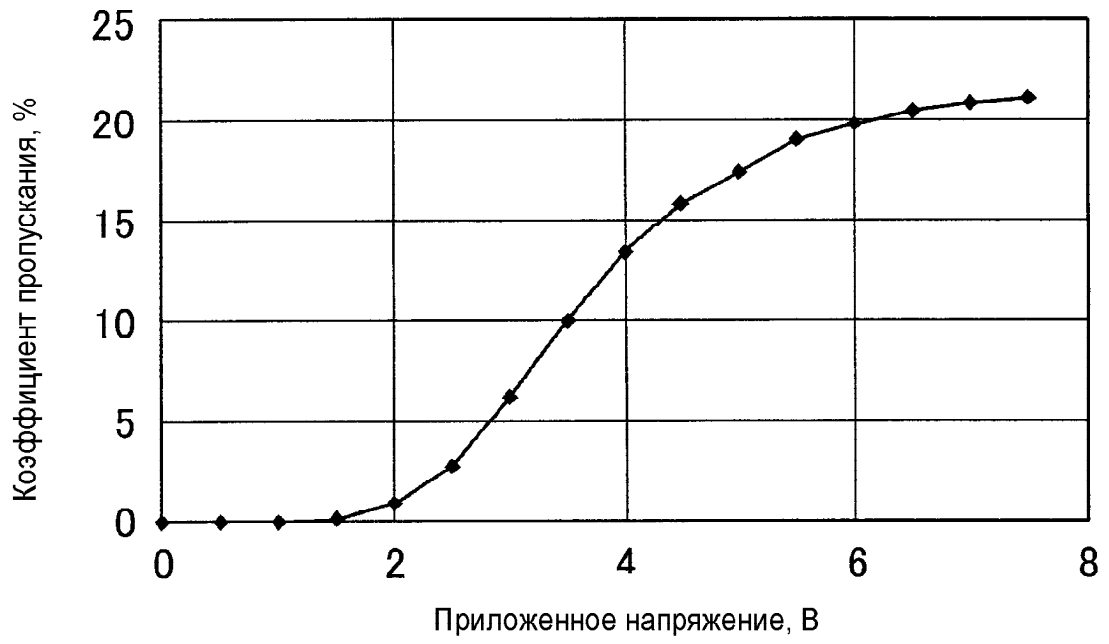
ФИГ. 13



ФИГ. 14



ФИГ. 15



ФИГ. 16