

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 19945

(13) С1

(46) 2016.04.30

(51) МПК

B 32B 15/04 (2006.01)

G 02F 1/133 (2006.01)

C 25D 11/04 (2006.01)

B 82B 1/00 (2006.01)

(54) СЛОИСТАЯ НАНОРАЗМЕРНАЯ ЯЧЕЙСТАЯ СТРУКТУРА И СПОСОБ ЕЕ ПОЛУЧЕНИЯ

(21) Номер заявки: а 20120693

(22) 2012.05.03

(43) 2013.12.30

(71) Заявитель: Учреждение образования "Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники" (ВУ)

(72) Авторы: Смирнов Александр Георгиевич; Степанов Андрей Анатольевич; Муха Евгений Владимирович; Ореховская Таиса Ивановна; Марус Никита Николаевич; Филатов Сергей Александрович (ВУ)

(73) Патентообладатель: Учреждение образования "Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники" (ВУ)

(56) US 2010/0175749 A1.

EP 0931859 A1, 1999.

JP 2008231580 A, 2008.

RU 2324015 C1, 2008.

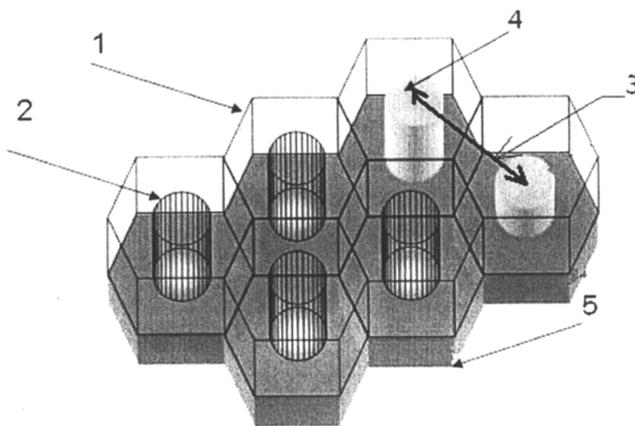
WO 2008/053109 A2.

TOMARU Y. et al. Fujifilm Research & Developmant. - 2008. - No. 53. - P. 36-40.

(57)

1. Слоистая наноразмерная ячейчатая структура, полученная в результате процесса анодирования пленки алюминия, содержащая металлический прозрачный проводящий слой, покрытый диэлектрической пленкой из пористого оксида алюминия, при этом расстояние между центрами ячеек составляет от 10 до 500 нм.

2. Способ формирования слоистой наноразмерной ячейчатой структуры по п. 1, при котором осуществляют процесс анодирования пленки алюминия, который завершают в отрезок времени между моментом, когда фронт анодирования достигает подложки, и моментом, когда пленка алюминия делится на отдельные нанодомены.



Фиг. 1

Изобретение относится к оптически прозрачным проводящим слоям, а также к слоям, их функционально дополняющим, и способам их получения и может быть использовано в устройствах отображения информации на основе жидких кристаллов (ЖК), сенсорных панелях, электролюминесцентных приборах и тонкопленочных фотоэлементах, а также в качестве слоев, защищающих от статического электричества и электромагнитных волн.

На сегодняшний день известны стандартные материалы, обеспечивающие оптическую прозрачность и электропроводность, которыми являются пленки оксидов металлов, нанесенные физическим или химическим способом [1]. Недостатком пленок прозрачных проводящих оксидов (ППО) является то, что они достаточно хрупки и склонны к повреждению при изгибе или других физических нагрузках. Кроме того, такие пленки обычно требуют повышенных температур осаждения и/или высокой температуры отжига для того, чтобы добиться высокого уровня проводимости и лучшего сцепления с подложкой. К тому же адгезия ППО к пластиковой подложке недостаточна и, таким образом, применение ППО на гибких подложках сильно ограничено. В дополнение к вышесказанному, осаждение - это дорогостоящий процесс, требующий сложного специализированного оборудования.

Также оптическую прозрачность обеспечивают проводящие полимеры [2], но, как правило, они обладают более низким значением проводимости и более сильным оптическим поглощением, в частности, это характерно для видимого диапазона волн. Еще одним их минусом является недолговечность, химическая нестабильность.

Известны сверхтонкие металлические пленки, которые также используются в качестве полупрозрачных проводящих слоев [3], но существующие методы осаждения таких пленок не позволяют должным образом контролировать этот процесс для упомянутых выше устройств.

Наиболее близкими к предлагаемому изобретению являются сетчатые прозрачные металлические пленки [4], однако технология их получения требует операции фотолитографии, которая в свою очередь ограничивает предельные размеры сетчатой прозрачной металлической пленки.

Во многих устройствах вместе с прозрачным проводящим слоем приходится применять функционально дополняющие слои, к примеру, такие, как изоляционный, ориентирующий [5, 6], просветляющий, окрашивающий [7, 8]. Свойства подобных слоев могут быть получены за счет использования пористых оксидов вентильных металлов, однако такие слои не получают в едином технологическом процессе с прозрачным проводящим электродом.

Задачей настоящего изобретения является улучшение электрических, оптических и механических свойств прозрачного проводящего слоя, который пригоден для любой подложки и может производиться в больших объемах по низкой стоимости, а также создание функциональных слоев в одном технологическом процессе с прозрачным проводящим электродом.

Указанная задача достигается благодаря использованию слоистой наноразмерной ячеистой структуры алюминия и сопутствующего ей оксида получаемых в одном технологическом процессе без использования фотолитографии.

Сущность заявленного изобретения заключается в получении прозрачного проводящего слоя в виде слоистой наноразмерной ячеистой структуры алюминия, получаемой в процессе его анодирования, в котором процесс анодирования завершают в отрезок времени между моментом, когда фронт анодирования достигает подложки, и моментом, когда алюминиевая пленка делится на отдельные нанодомены.

Полученная наноразмерная ячеистая структура алюминия может быть покрыта диэлектрической пленкой из пористого оксида алюминия, при этом расстояние между центрами ячеек составляет от 10 до 500 нм.

Предложение иллюстрируется следующими фигурами. На фиг. 1 изображен сопутствующий слой анодного оксида алюминия и, изображенная на фиг. 2, наноразмерная ячеистая структура алюминия, расположенная под слоем пористого оксида.

На фиг. 1 изображен слой пористого анодного окисла (1), пора (2), расстояние между центрами пор (3), зависящие от режима анодирования, напряжения анодирования и электролита. Пory (4) анодного окисла, находящиеся над проводящей прозрачной металлической ячеистой структурой алюминия (5), могут быть заполнены нематическими жидкими кристаллами и использованы в качестве ориентирующего слоя.

На фиг. 2 изображена наноразмерная ячеистая структура алюминия. Процесс анодирования может проходить в диапазоне прикладываемых значений напряжений (от 5 до 300 В) в кислотах, в которых алюминий анодируется пористо (серная, фосфорная, щавелевая, винная). Это позволяет иметь расстояние между центрами ячеек (6) от 10 до 500 нм, уменьшая толщину ячеистой структуры алюминия (7) и увеличивая площадь отверстий (8).

Пример получения алюминиевого прозрачного проводящего слоя.

Алюминиевая прозрачная проводящая структура может быть получена в процессе неполного анодирования сплошной алюминиевой пленки толщиной 200 нм, проводимого в потенциостатическом режиме при напряжении 60В в 0,4М ортофосфорной кислоте при комнатной температуре.

В процессе анодирования контролируются значения тока. В момент времени, когда доньшки пор касаются поверхности подложки, фиксируется начало уменьшения тока и его значение (I_{\max}). Когда текущее значение тока составляет 70-30 % от максимального тока (I_{\max}), либо процесс анодирования прекращается, либо меняется режим анодирования на гальваностатический с установленным значением тока 25 % от I_{\max} . В диапазоне значений напряжений от 5 до 300 В используя кислоты, в которых алюминий анодируется пористо (серная, фосфорная, щавелевая, винная), ячеистая структура может иметь шаг ячейки от 10 до 500 нм.

Данные о прозрачности получены с помощью спектрометра Ocean Optics HR 2000. Поверхностное сопротивление измерено мультиметром 96 True RMS Multimeter. Однородность поверхности прозрачного проводящего наносетчатого электрода, а также площадь покрытия им подложки исследованы с помощью оптического или сканирующего электронного микроскопа. Другим неразрушающим методом исследования критических разрывов структуры служит жидкокристаллическая ячейка, в которой одним электродом является слой ППО на стеклянной подложке, другим электродом является прозрачный проводящий наноразмерный ячеистый алюминиевый электрод. "Включение" всей области ячейки служит доказательством отсутствия критических разрывов наноразмерного ячеистого алюминиевого электрода во всей тестируемой области.

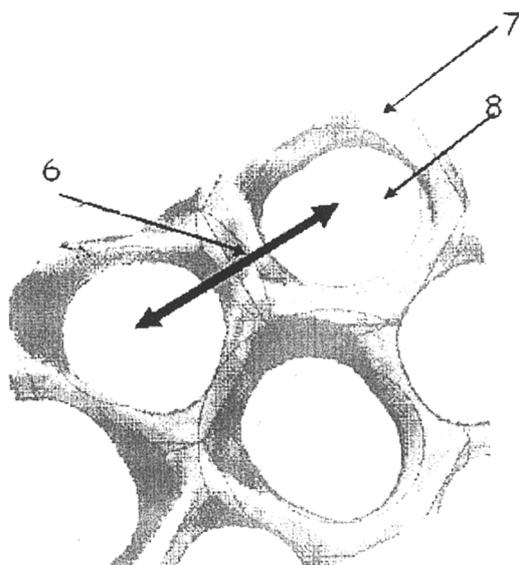
В процессе получения прозрачной проводящей алюминиевой наноразмерной ячеистой структуры, описанном выше, образующийся сверху анодный окисел является исходной структурой, требуемой для получения вертикальной ориентации жидкокристаллических материалов.

Ориентирующая структура аналогична структуре, описанной в [5, 6], где для создания прозрачного проводящего и ориентирующего слоев используются отдельные технологические процессы.

В процессе получения прозрачной проводящей алюминиевой наноразмерной ячеистой структуры, описанном выше, образующийся анодный окисел является исходной структурой, требуемой для заполнения красителями по методике струйной печати, описанной в [7, 8]. Полученная структура позволяет сформировать матрицу цветных фильтров.

Источники информации:

1. US 5702871.
2. US 5665212.
3. US 4200473.
4. US 2010/0175749 A1.
5. US 5054889.
6. Jpn. J. Appl. Phys. - V. 46. - 2007. - P. 6889-6892.
7. US 6837959 B2.
8. US 5786835.



Фиг. 2