

# ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 9500

(13) U

(46) 2013.08.30

(51) МПК

*B 32B 9/00* (2006.01)

*B 82Y 40/00* (2011.01)

*C 09K 11/00* (2006.01)

*G 09G 3/30* (2006.01)

(54)

## КОНСТРУКЦИЯ ЭМИССИОННОГО МИКРОДИСПЛЕЯ С СУБМИКРОННЫМИ ПОЛОСТЯМИ И РЕЗЕРВУАРОМ

(21) Номер заявки: u 20120913

(22) 2012.10.24

(71) Заявитель: Учреждение образования  
"Белорусский государственный уни-  
верситет информатики и радиоэлек-  
троники" (ВУ)

(72) Авторы: Смирнов Александр Георгие-  
вич; Степанов Андрей Анатольевич;  
Муха Евгений Владимирович; Сацке-  
вич Янина Владимировна; Кайлевич  
Виталий Станиславович (ВУ)

(73) Патентообладатель: Учреждение обра-  
зования "Белорусский государственный  
университет информатики и  
радиоэлектроники" (ВУ)

(57)

Эмиссионный микродисплей, содержащий кремниевую подложку и электроды, отличающийся тем, что содержит жидкий люминофор и резервуар, а в кремниевой подложке сформированы субмикронные полости, обеспечивающие зазор менее 1,5 мкм между электродами.

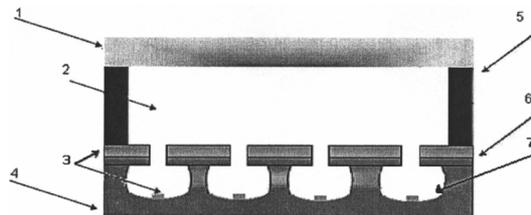
(56)

1. Патент США 0 106 005 A1, МПК В32В 9/00, 2004.

2. Патент США 6,791,278 В2, МПК G09G 3/10, 2004.

3. Патент США 6,204,608 В1, МПК G09G 3/30, 2001.

4. Hamada N. et al. Solution electrochemiluminescent cell with a high luminance using an ion conductive assistant dopant // Jpn. J. Appl. Phys. - 2001. - V. 40. - P. L1323-L1326.



Полезная модель относится к дисплею эмиссионного типа, в котором в качестве излучателя используется электрохемилюминесцентная микроячейка, и может быть использована в качестве персонального устройства отображения информации.

Известно устройство электрохемилюминесцентной (ЭХЛ) ячейки [1], содержащей люминесцентный раствор, электроды из оксида индия (ИТО), стеклянные подложки, спейсеры. Процесс генерации света происходит в процессе рекомбинации анионных и катион-

ных радикалов люминофора, в результате чего образуется люминесцентная молекула, находящаяся в возбужденном состоянии, последующая релаксация которой сопровождается испусканием фотона. Однако данное хемолюминесцентное устройство является малоприменимым для практического применения из-за критичности к параметрам возбуждающих биполярных электрических импульсов, сложности очистки раствора, невысокого КПД, большого временного отклика и малого срока службы.

Наиболее близким к предлагаемой полезной модели является полевой эмиссионный дисплей (FED) [2]. FED дисплей содержит кремниевую подложку, катод, расположенный на подложке, анод с нанесенным слоем люминесцентного материала, верхнее оптически прозрачное основание (стекло). В данной структуре анод с нанесенным люминесцентным материалом находится на расстоянии более 20 мкм от катода. Данный дисплей позволяет генерировать излучение в широком волновом диапазоне в зависимости от используемых люминесцентных материалов, а также передавать цветное изображение. Однако недостатками данных дисплеев являются малая интенсивность излучения и срок службы в результате деградации люминесцентного материала при бомбардировке электронами, а также постепенное разрушение эмитирующего электрода.

Задачей настоящей полезной модели является увеличение срока службы эмиссионной ячейки, увеличение интенсивности испускаемого излучения и КПД, уменьшение времени отклика структуры.

Указанные задачи решаются за счет использования ЭХЛ-микроячейки, генерирующей излучение при подаче на электроды постоянного тока, содержащей безэлектролитный раствор и резервуар, обеспечивающий дополнительный объем раствора, что позволяет увеличить срок службы устройства, а также уменьшить требования к степени очистки раствора. Также в данной полезной модели межэлектродное расстояние уменьшено до 1,5 мкм, что приводит к уменьшению времени переноса зарядов от катода к аноду и ограничению пространственного заряда в растворе, в результате чего увеличиваются превалирование инжекционного тока над примесным и связанные с ним интенсивность излучения и КПД.

Сущность заявленной полезной модели в том, что эмиссионный микродисплей, содержащий кремниевую подложку и электроды, отличается тем, что содержит жидкий люминофор и резервуар, а в кремниевой подложке сформированы субмикронные полости, обеспечивающие зазор менее 1,5 мкм между электродами.

Предложение иллюстрируется следующей фигурой.

На фигуре - схематическое изображение конструкции эмиссионного микродисплея с субмикронными полостями и резервуаром.

На фигуре представлены стеклянная крышка (1), резервуар для люминесцентного раствора (2), оптически прозрачный электрод (ITO) (3), кремниевая подложка (4), спейсеры (5), защитный слой (6), вытравленные в кремниевой подложке полости (7).

Принцип работы эмиссионного микродисплея с субмикронными полостями и резервуаром аналогичен представленному в патенте США 0106005 A1 [1]. На электроды, помещенные в жидкий электролит, содержащий молекулы люминофора, подается напряжение. В приэлектродных областях электрически, путем окислительно-восстановительных реакций, генерируются анион- и катион радикалы люминофора. При их рекомбинации нейтральная молекула оказывается в возбужденном состоянии. Ее релаксация сопровождается испусканием кванта света. Таким образом, электрохемолюминесценция представляет собой замкнутый регенеративный процесс, то есть конечным продуктом электрохимической реакции является исходное вещество. Широкий выбор люминофоров позволяет перекрыть всю видимую область спектра. Управление в эмиссионном микродисплее осуществляется путем активной адресации, посредством создания тонкопленочных транзисторов в кремниевой подложке [3].

# ВУ 9500 U 2013.08.30

## Пример получения полезной модели.

Для изготовления ЭХЛ-ячейки с субмикронными полостями на кремниевой подложке использовали  $\langle 111 \rangle$  или  $\langle 100 \rangle$  кремниевую пластину с низким сопротивлением ( $\rho = 0,01 \text{ Ом/см}$ ).

Использовалась стандартная очистка пластин. Диэлектрическую пленку  $\text{SiO}_2$  толщиной  $0,1 \text{ мкм}$  формировали термическим окислением  $\text{Si}$ .  $\text{Si}_3\text{N}_4$  пленка толщиной  $0,8 \text{ мкм}$  была нанесена PECVD-методом в  $\text{SiH}_4\text{-N}_2$  (5:1) газовой смеси при температуре  $850 \text{ }^\circ\text{C}$ .  $\text{SiO}_2$  подслоя использовался в качестве демпфера для уменьшения механических напряжений. Конфигурация полостей определялась с помощью фотолитографии. Удаление  $\text{Si}_3\text{N}_4\text{-SiO}_2$  проведено с помощью плазменного травления в  $\text{SF}_6$ .

Формирование полостей в слое кремния было проведено в два этапа. На первом этапе анодирование кремния в HF-этаноловой смеси с отношением 3:1 было проведено в областях, не покрытых  $\text{Si}_3\text{N}_4\text{-SiO}_2$  слоем, на глубину  $50\text{-}150 \text{ микрон}$  (плотность тока  $30 \text{ мА/см}^2$ ). На втором этапе щелочное травление пористого кремния было проведено в кипящем 10 %-ном КОН-растворе. Формирование прозрачных проводящих электродов было произведено методом RF-магнетронного распыления из  $\text{SnO}_2\text{-InxOy}$  мишени (плотность тока  $1 \text{ мА/см}^2$ ).

Процесс заполнения жидким люминофором ЭХЛ-ячейки с субмикронными полостями такой, как указано в [4].