



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2013136736/28, 07.08.2013

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
07.08.2013

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 07.08.2013

(43) Дата публикации заявки: 20.02.2015 Бюл. № 5

(45) Опубликовано: 20.08.2016 Бюл. № 23

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: US 6998776 B2, 14.02.2006. US 6565400 B1, 20.05.2003. US 8366505 B2, 05.02.2013. US 2005/0248270 A1, 10.11.2005. US 2007/0173157 A1, 26.07.2007. US 2010/0096984 A1, 22.04.2010. US 2011/0140163 A1, 16.06.2011. WO 2013/053805 A1, 18.04.2013. RU 2435246 C2, 27.11.2011.

Адрес для переписки:

107497, Москва, Щелковское ш., 77, ОАО ЦНИИ  
"ЦИКЛОН"

(72) Автор(ы):

КОНДРАЦКИЙ БОРИС АФАНАСЬЕВИЧ (RU),  
УСОВ НИКОЛАЙ НИКОЛАЕВИЧ (RU),  
ГРАЧЁВ ОЛЕГ АЛЕКСЕЕВИЧ (RU),  
ИВАНОВ ВЛАДИМИР ИГОРЕВИЧ (RU),  
КОСТЫШИНА ЛЮДМИЛА  
АЛЕКСАНДРОВНА (RU),  
МАРКЕЛОВА МАРИЯ  
ВЛАДИМИРОВНА (RU),  
МОРОЗОВ АНАТОЛИЙ АНАТОЛЬЕВИЧ  
(RU),  
НУРИЕВ АЛЕКСАНДР ВАДИМОВИЧ  
(RU)

(73) Патентообладатель(и):

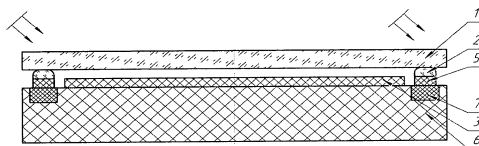
ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ  
ОБЩЕСТВО ЦЕНТРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
"ЦИКЛОН" (RU)

## (54) СПОСОБ ГЕРМЕТИЗАЦИИ OLED И МИКРОДИСПЛЕЯ OLED НА КРЕМНИЕВОЙ ПОДЛОЖКЕ С ПОМОЩЬЮ СТЕКЛООБРАЗНОЙ ПАСТЫ

(57) Реферат:

Изобретение относится к способу герметизации микродисплеев на основе органических электролюминесцентных материалов и может быть использовано при изготовлении микродисплеев OLED на кремниевой подложке. Способ основан на использовании стеклообразной пасты при герметизации OLED приборов, изготовленных на

кремниевой подложке, слоя  $\text{SiO}_x$  толщиной 3-5 мкм и лазерной сварки в режиме выходной мощности 60 Вт и длине волны выходного излучения 810 нм. Изобретение обеспечивает получение вакуумно-плотного стеклянного шва, что повышает качество герметизации и увеличивает время работоспособности. 2 н. и 4 з.п. ф-лы, 6 ил.



1-стеклянная крышка, 2--фритт-паста, 3--OLED матрица, 5-- оксид кремния  $\text{SiO}_x$   
6-кремниевое основание, 7--имплантированная область примеси

Фиг.4



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: 2013136736/28, 07.08.2013

(24) Effective date for property rights:  
07.08.2013

Priority:

(22) Date of filing: 07.08.2013

(43) Application published: 20.02.2015 Bull. № 5

(45) Date of publication: 20.08.2016 Bull. № 23

Mail address:

107497, Moskva, SHChelkovskoe sh., 77, OAO  
TSNII "TSIKLON"

(72) Inventor(s):

KONDRATSKIY BORIS AFANASEVICH (RU),  
USOV NIKOLAJ NIKOLAEVICH (RU),  
GRACHEV OLEG ALEKSEEVICH (RU),  
IVANOV VLADIMIR IGOREVICH (RU),  
KOSTYSHINA LYUDMILA  
ALEKSANDROVNA (RU),  
MARKELOVA MARIYA VLADIMIROVNA  
(RU),  
MOROZOV ANATOLIY ANATOLEVICH  
(RU),  
NURIEV ALEKSANDR VADIMOVICH (RU)

(73) Proprietor(s):

OTKRYTOE AKTSIONERNOE  
OBSHCHESTVO TSENTRALNYJ  
NAUCHNO-ISSLEDOVATELSKIY INSTITUT  
"TSIKLON" (RU)

(54) **SEALING OF OLED HARDWARE AND OLED MICRO DISPLAY BUILT AROUND SILICON SUBSTRATE WITH HELP OF VITREOUS PASTE**

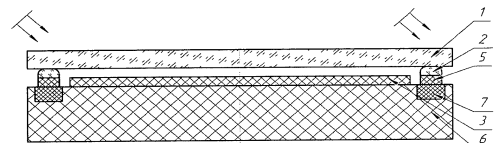
(57) Abstract:

FIELD: process engineering.

SUBSTANCE: invention relates to sealing of micro displays built around the organic electroluminescent materials and can be used in production of OLED micro displays on silicon substrate. Claimed process proceeds from application of vitreous paste for sealing the OLED hardware on silicon substrate composed by 3-5 mcm deep SiO<sub>x</sub> ply and from laser soldering at the 60 W output power and output radiation wavelength of 810 nm.

EFFECT: production of dense-vacuum glass seam, higher quality of sealing, longer life.

6 cl, 6 dwg



1-стеклянная крышка, 2--фритт-паста, 3--OLED матрица, 5-- оксид кремния SiO<sub>x</sub>  
6-кремниевое основание, 7--имплантированная область примеси

Фиг.4

RU 2 594 958 C2

RU 2 594 958 C2

Изобретение относится к способу герметизации микродисплеев на основе органических электролюминесцентных материалов и может быть использовано при изготовлении микродисплеев OLED на кремниевой подложке.

5 В известном способе для защиты OLED-приборов от негативного воздействия кислорода и паров воды использовалась клеевая конструкция на основе эпоксидных смол [1].

В ряде случаев используется также защита в виде многослойных органических и неорганических пленок, известная как Vitex, в сочетании с использованием клея, отверждаемого ультрафиолетом [2].

10 Отметим, что, в целом, известными способами герметизации достигнуты результаты, обеспечивающие работоспособность OLED-приборов в течение нескольких тысяч часов.

До недавнего времени эти способы герметизации были доминирующими. Однако более эффективной защитой является герметизация, использующая стеклообразную пасту (фритт-пасту) в качестве соединительного слоя между стеклянной крышкой и 15 основанием [3]. В данном случае герметизация осуществляется лазерной сваркой (не клеевая конструкция). По-видимому, такой метод герметизации перспективен, так как стекло является идеальным барьером от проникновения паров влаги и кислорода.

На фиг. 1 показана конструкция OLED-прибора, включающего светоизлучающую 20 структуру 3, прозрачную стеклянную крышку 1 и стеклянное основание 4, герметизация в котором выполнена с использованием фритт-пасты 2. Герметизация осуществляется лазерным облучением, схематично показанным на фиг. 1 в виде двух параллельных стрелок.

Недостатком такого способа герметизации является то, что она применима для 25 подложки из изолирующего материала, например, стекла 4. По этой причине не реализован способ герметизации с использованием фритт-пасты для OLED микродисплеев на кремниевой подложке 6, потому что коэффициенты теплопроводности стекла и кремния сильно отличаются и равны соответственно:  $\sim 2$  Вт/м·К и  $\sim 150$  Вт/м·К. Это ведет к тому, что тепловая мощность, подводимая к фритт-пасте за счет 30 поглощения лазерного облучения будет недостаточна, для того чтобы расплавить легированное стекло с образованием надежного спая.

Предлагаемое изобретение решает эту проблему следующим образом:

- введением дополнительного слоя 5 с низкой теплопроводностью  $\text{SiO}_x$  по периферии 35 структуры, чтобы уменьшить теплоотвод к кремниевой подложке, 6 фиг. 2, или
- формированием в кремниевой подложке имплантированных областей 7 с сильно нарушенной кристаллической решеткой и низкой теплопроводностью под проектируемой областью сварочного шва, фиг. 3, или
- использованием дополнительного слоя 5 по периферии структуры с низкой 40 теплопроводностью в сочетании с созданием в кремниевой подложке областей 7 с сильно нарушенной кристаллической решеткой с низкой теплопроводностью под проектируемой областью сварочного шва, фиг. 4.

Современные системы отображения информации используют технологию тонких органических электролюминесцентных пленок при изготовлении приборов, имеющих 45 в качестве основания кремниевую подложку. В кремниевой подложке формируют СБИС управления матрицей светоизлучающих элементов на основе органических электролюминесцентных пленок.

Важной задачей в технологии изготовления таких приборов является создание качественной герметизации, обеспечивающей защиту органических пленок от

негативного влияния паров и кислорода ввиду их чрезвычайной чувствительности.

Разработанная герметизация должна обеспечить натекание  $\leq 10^{-10}$  Па·м<sup>3</sup>/с и позволить увеличить время работоспособности до несколько десятков тысяч часов.

5 Указанный технический результат для OLED и микродисплеев OLED достигается тем, что способ герметизации OLED на кремниевой подложке с помощью  
 10 стеклообразной пасты, основанный на использовании пасты, слоя SiO<sub>x</sub> толщиной 3-5 мкм и лазерной сварки в режиме выходной мощности 60 Вт и длине волны выходного излучения  $\lambda=810$  нм заключается в том, что перед процессом герметизации под проектируемой областью сварочного шва с использованием фритт-пасты создают в кремнии имплантированную область с сильно нарушенной кристаллической решеткой, при этом перед процессом герметизации создают в кремнии имплантированную область с сильно нарушенной кристаллической решеткой и над имплантированной областью осаждают слой из низкотемпературной окиси кремния SiO<sub>x</sub> толщиной 3-5 мкм.

15 Способ герметизации микродисплея OLED на кремниевой подложке имеет следующую пооперационную последовательность: осаждают на кремниевую пластину с чипами 6.1 слой окиси кремния толщиной 3-5 мкм 6.1.1, формируют на каждом чипе кремниевой пластины по его периферии методом фотолитографии слой окиси кремния 6.1.2, напыляют на нее последовательно органические и неорганические слои 6.1.5,  
 20 подготавливают стеклянную пластину 6.2 для герметизации в технологической последовательности: на стеклянную пластину таких же размеров, как кремниевая пластина, наносят по периферии отдельного чипа слой стеклообразной пасты 6.2.2, содержащей оксид ванадия VO <35% по массе, триоксид сурьмы Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub> <6% по массе, оксид железа Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> <6%, пентоксид фосфора P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> <16%, оксид кремния SiO<sub>x</sub> 7%,  
 25 терпинеол C<sub>10</sub>H<sub>18</sub>O 3%, этилцеллюлозу [C<sub>6</sub>H<sub>7</sub>O<sub>2</sub>(OH)<sub>3-x</sub>(OC<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>x</sub>]<sub>n</sub> <4%, бутилкарбитол ацетата C<sub>10</sub>H<sub>20</sub>O<sub>4</sub> <23%, производят специальную термообработку слоя стеклообразной пасты в режиме, приведенном на фиг. 5, наносят клей по периферии пластины 6.2.3, после совмещения и склеивания кремниевой и стеклянной пластины по периметру 6.0 производят лазерную сварку 6.0.1 чипов кремниевой пластины со стеклянной пластиной  
 30 в режиме выходной мощности 60 Вт и длине волны излучения  $\lambda=810$  нм, производят низкотемпературный отжиг полученной заготовки и проводят резку заготовки алмазными дисками со скоростью вращения 3000 об/мин, охлаждаемыми водой 6.02, производят разварку контактов 6.03 и защищают области контактных соединений эпоксидным клеем 6.04. Перед передачей кремниевой пластины на напыление в  
 35 установку КУ на ней производят операции, связанные с созданием сильнолегированного имплантированного слоя в кремниевой подложке по периферии чипа. При этом перед передачей кремниевой пластины на напыление в установку КУ на ней производят операции создания сильнолегированного имплантированного слоя в кремнии с формированием в местах имплантированного слоя поверх него слоя SiO<sub>x</sub> толщиной  
 40 0,15-0,17 мкм.

Сложность задачи заключается в том, что герметизация на основе фритт-пасты напрямую непригодна для применения в приборах OLED с кремниевой подложкой.

45 Сущность предлагаемого изобретения состоит во введении в маршрут изготовления приборов OLED с кремниевой подложкой дополнительных технологических операций, обеспечивающих получение вакуумно-плотного стеклянного шва без пор и трещин. Они включают в себя операции по обработке кремниевой подложки с получением в ней областей с сильно нарушенной кристаллической решеткой и уменьшенной

теплопроводностью, выбора состава стеклообразной (фритт) пасты и ее термообработки, определения режима лазерной сварки.

В данном описании изобретения представлен и проиллюстрирован предпочтительный вариант изобретения, в который могут быть внесены различные модификации и изменения, не затрагивающие существа и объема изобретения, определяемого формулой изобретения.

На кремниевую подложку (с сильно нарушенной областью кристаллической решетки и необработанную) со светоизлучающей OLED-матрицей по периферии осаждают низкотемпературным способом слой  $\text{SiO}_x$  толщиной 3-5 мкм и методом фотолитографии оставляют участки слоя  $\text{SiO}_x$ , на которые в дальнейшем ложатся при совмещении участки фритт-пасты, находящиеся на стеклянной крышке;

- на стеклянную пластину методом шелкографии по заданному рисунку наносят ровный слой фритт-пасты, состав которой: оксид ванадия  $\text{VO}$  <35% по массе, триоксид сурьмы  $\text{Sb}_2\text{O}_3$  <6% по массе, оксид железа  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  <6%, пентоксид фосфора  $\text{P}_2\text{O}_5$  <16%, диоксид кремния  $\text{SiO}_2$  7%, терпинеол  $\text{C}_{10}\text{H}_{18}\text{O}$  3%, этилцеллюлозу  $[\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_2(\text{OH})_{3-x}(\text{OC}_2\text{H}_5)_x]_n$  <4%, бутилкарбитол ацетат  $\text{C}_{10}\text{H}_{20}\text{O}_4$  <23%; фритт-пасту в виде шва подвергают отжигу в режиме специальной термообработки: температура 370°C выдержка 30 минут (процесс декарбонизации и обезуглероживания), спекают при температуре 420°C и выдерживают в течение 30 минут согласно фиг. 5.

- две составные части корпуса (стеклянная крышка и кремниевая подложка) совмещают по стеклообразному шву с участками слоя  $\text{SiO}_x$ ;

- стеклование термообработанной фритт-пасты производят на установке лазерного оплавления стеклоспая LTS-2R ИК лазером в режиме выходной мощности 60 Вт и длине волны выходного излучения  $\lambda=810$  нм;

- полученную заготовку подвергают низкотемпературному отжигу и производят последующую резку с помощью алмазных дисков.

Краткое описание чертежей

На фиг. 1 приведена известная конструкция, использующая герметизацию с помощью стеклообразной пасты. Такая конструкция не предполагает использования кремниевой подложки в качестве основания.

На фиг. 2-4 показаны предлагаемые конструкции, работающие по заявляемому способу. Отличия в них состоят в структуре областей, соприкасающихся при совмещении со стеклообразным швом.

На фиг. 5 приведен график зависимости температуры отжига стеклообразного шва от времени по заявляемому способу.

На фиг. 6 показана блок-схема реализации изобретения в маршруте изготовления микродисплея.

Совместимость нововведений по заявленному способу герметизации была проверена в технологическом маршруте изготовления OLED микродисплеев на кремниевой подложке.

На фиг. 6 показаны места введения дополнительных операций в технологический маршрут изготовления микродисплеев. В технологической цепочке подложка с кремниевыми чипами (поз. 6.1) включены дополнительные операции низкотемпературного осаждения  $\text{SiO}_x$  (поз. 6.1.1), фотолитография по слою  $\text{SiO}_x$  (поз. 6.1.2). После типовых операций отмывки и термообработки кремниевая пластина по циклу поступает в вакуумную кластерную установку (КУ) для напыления органических и неорганических слоев (поз. 6.1.3). В технологической цепочке стеклянная крышка со

светофильтрами (поз. 6.2), добавляются операции нанесения фритт-пасты (поз. 6.2.1) и специальная термообработка (поз. 6.2.2), после чего крышка поступает в установку КУ для дальнейшего прохождения по технологическому маршруту.

5 Проведенные исследования OLED и микродисплеев OLED показали, что при использовании данного изобретения снижается величина натекания в OLED до значений  $2 \times 10^{-10}$  Па·м<sup>3</sup>/с и увеличивается срок службы микродисплеев OLED до 20-30 тысяч часов.

#### Источники информации

- 10 1. Ewald Guenther. Encapsulation for OLED devices. Patent USA 7255823. 2007 (вариант).
2. Maizen, Vincent. Method of sealing OLED with liquid adhesive. Patent USA 7452258. 2008 (вариант).
3. Bruce G. Aitken, Joel P. Carberry. Glass package, that is hermetically sealed with a frit and method of fabrication. Patent USA 6,998,776. 2006.

#### 15 Формула изобретения

1. Способ герметизации OLED на кремниевой подложке с помощью стеклообразной пасты, основанный на использовании пасты, слоя SiO<sub>x</sub> толщиной 3-5 мкм и лазерной сварки в режиме выходной мощности 60 Вт и длине волны выходного излучения  $\lambda=810$  нм.

20 2. Способ герметизации по п. 1, отличающийся тем, что перед процессом герметизации под проектируемой областью сварочного шва с использованием фритт-пасты создают в кремнии имплантированную область с сильно нарушенной кристаллической решеткой.

3. Способ герметизации по п. 1 или 2, отличающийся тем, что перед процессом герметизации создают в кремнии имплантированную область с сильно нарушенной кристаллической решеткой и над имплантированной областью осаждают слой из низкотемпературной окиси кремния SiO<sub>x</sub> толщиной 3-5 мкм.

4. Способ герметизации микродисплея OLED на кремниевой подложке, имеющий следующую пооперационную последовательность: осаждают на кремниевую пластину с чипами слой окиси кремния толщиной 3-5 мкм, формируют на каждом чипе кремниевой пластины по его периферии методом фотолитографии слой окиси кремния, напыляют на нее последовательно органические и неорганические слои, подготавливают стеклянную пластину для герметизации в технологической последовательности: на стеклянную пластину таких же размеров, как кремниевая пластина, наносят по периферии отдельного чипа слой стеклообразной пасты, содержащей оксид ванадия VO <35% по массе, триоксид сурьмы Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub> <6% по массе, оксид железа Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> <6%, пентоксид фосфора P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> <16%, оксид кремния SiO<sub>x</sub> 7%, терпинеол C<sub>10</sub>H<sub>18</sub>O 3%, этилцеллюлозу [C<sub>6</sub>H<sub>7</sub>O<sub>2</sub>(OH)<sub>3-x</sub>(OC<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>x</sub>]<sub>n</sub> <4%, бутилкарбитол ацетата C<sub>10</sub>H<sub>20</sub>O<sub>4</sub> <23%, производят специальную термообработку слоя стеклообразной пасты в режиме: температура 370°C, выдержка 30 минут (процесс декарбонизации и обезуглероживания), затем спекают при температуре 420°C и выдерживают в течение 30 минут, затем наносят клей по периферии пластины, после совмещения и склеивания кремниевой и стеклянной пластины по периметру производят лазерную сварку чипов кремниевой пластины со стеклянной пластиной в режиме выходной мощности 60 Вт и длине волны излучения  $\lambda=810$  нм, производят низкотемпературный отжиг полученной заготовки и проводят резку заготовки алмазными дисками со скоростью вращения 3000 об/мин, охлаждаемыми водой, производят разварку контактов и защищают области контактных соединений эпоксидным клеем.

5. Способ герметизации микродисплея по п. 4, отличающийся тем, что перед передачей кремниевой пластины на напыление в вакуумную кластерную установку (КУ) на ней производят операции, связанные с созданием сильнолегированного имплантированного слоя в кремниевой подложке по периферии чипа.

5 6. Способ герметизации микродисплея по п. 4 или 5, отличающийся тем, что перед передачей кремниевой пластины на напыление в вакуумную КУ на ней производят операции создания сильнолегированного имплантированного слоя в кремнии с формированием в местах имплантированного слоя поверх него слоя  $\text{SiO}_x$  толщиной

10 0,15-0,17 мкм.

15

20

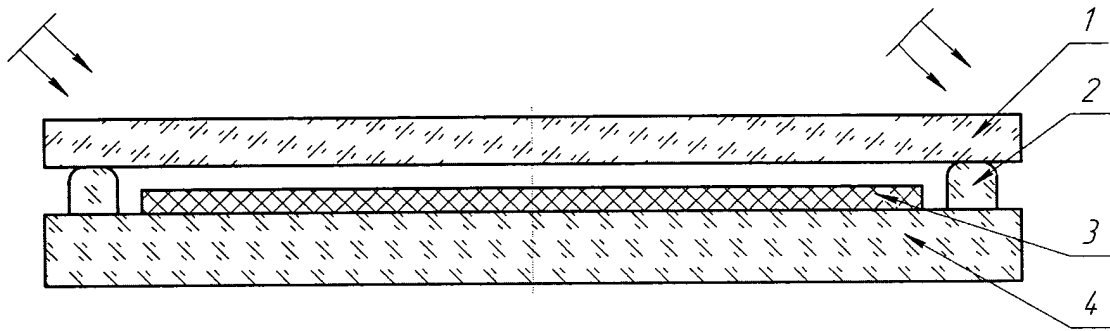
25

30

35

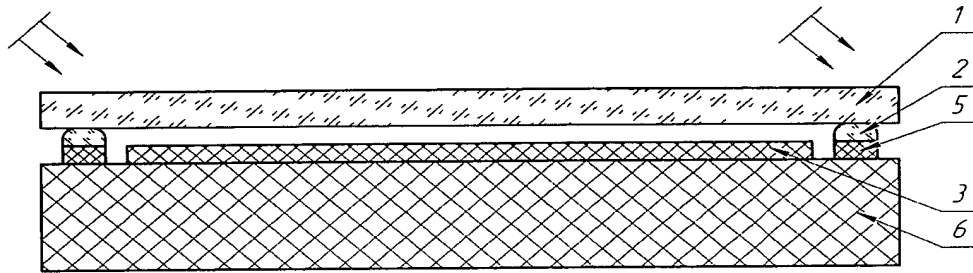
40

45



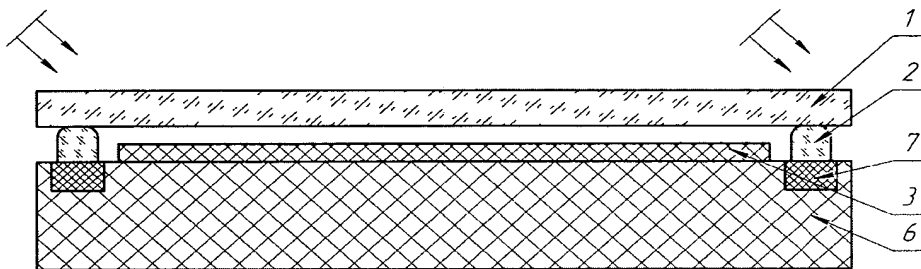
1-стеклянная крышка, 2-фритт-паста, 3-OLED матрица, 4-стеклянное основание

Фиг. 1



1-стеклянная крышка, 2-фритт-паста, 3- OLED матрица, 5- оксид кремния  $SiO_x$   
6-кремниевое основание

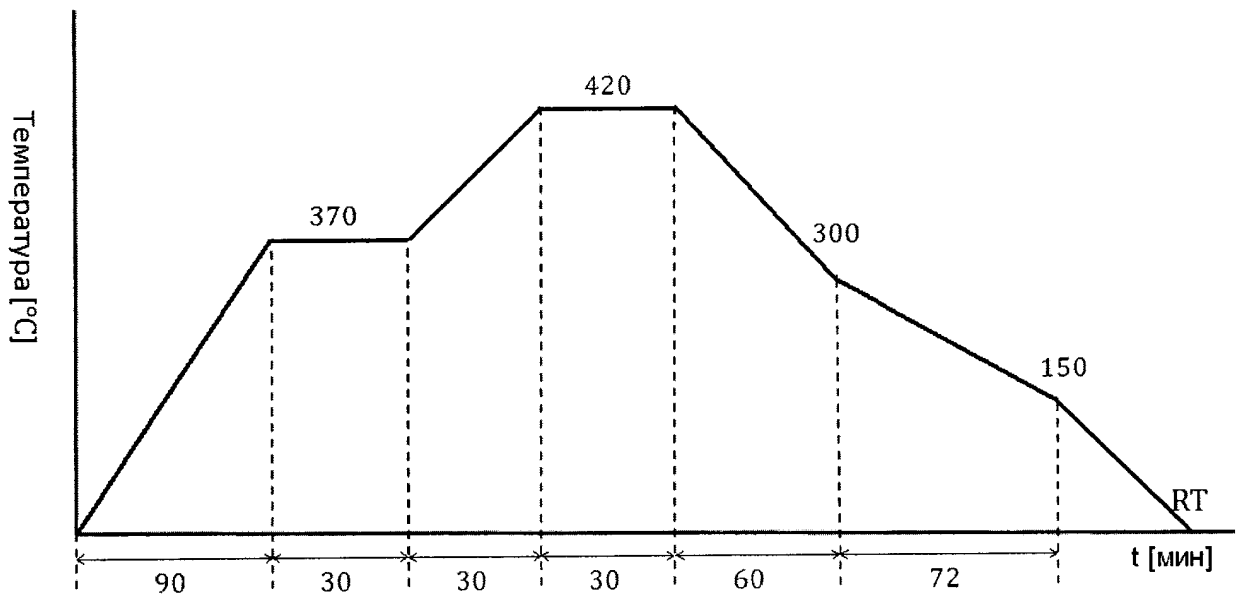
Фиг.2



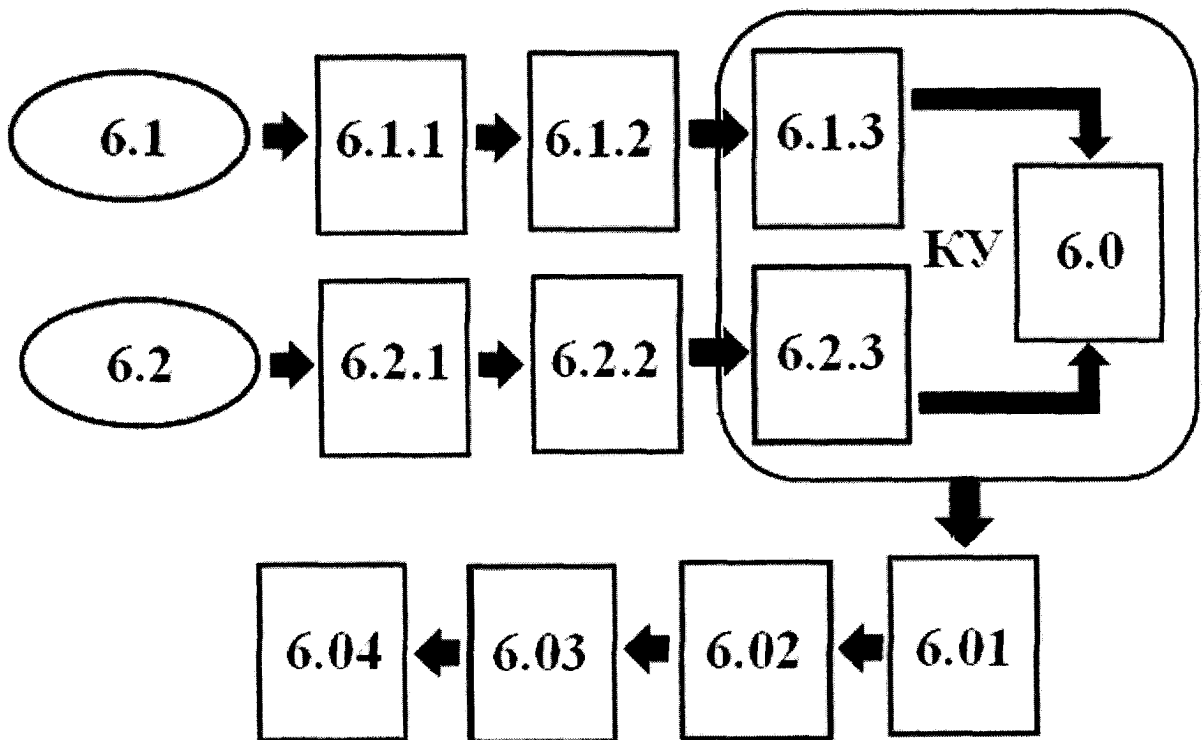
1-стеклянная крышка, 2- фритт-паста, 3-- OLED матрица, 6- кремниевое основание,  
7-имплантированная область примеси

Фиг.3





Фиг.5



Фиг.6