

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(21) **202291417** (13) **A1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ**

(43) Дата публикации заявки  
**2024.03.18**

(51) Int. Cl. **H01L 21/52** (2006.01)

(22) Дата подачи заявки  
**2021.08.03**

---

(54) **ПАКЕТНАЯ СТРУКТУРА, ПАНЕЛЬ ОТОБРАЖЕНИЯ И СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПАНЕЛИ ОТОБРАЖЕНИЯ**

---

(31) **202110847538.6**

(72) Изобретатель:

(32) **2021.07.27**

**Мяо Ян (CN)**

(33) **CN**

(86) **PCT/CN2021/110221**

(74) Представитель:

(87) **WO 2023/004839 2023.02.02**

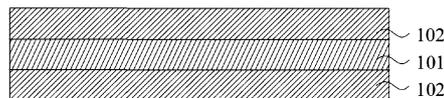
**Кузнецова С.А. (RU)**

(71) Заявитель:

**ШЭНЬЧЖЭНЬ ЧАЙНА  
СТАР ОПТОЭЛЕКТРОНИКС  
СЕМИКОНДАКТОР ДИСПЛЕЙ  
ТЕКНОЛОДЖИ КО., ЛТД. (CN)**

(57) Предоставлены пакетная структура, панель отображения и способ изготовления панели отображения. Пакетная структура содержит органический структурный слой. Органический структурный слой получает материал, имеющий органические свойства, с помощью способа изготовления неорганических материалов, тем самым получая органический структурный материал, обладающий эффектами блокирования воды и кислорода неорганических материалов и буферными свойствами органических материалов. Таким образом, для пакетной структуры согласно настоящему изобретению можно получить лучший герметизирующий эффект, тем самым повышая надежность герметизации панели отображения.

10



**A1**

**202291417**

**202291417**

**A1**

## **ПАКЕТНАЯ СТРУКТУРА, ПАНЕЛЬ ОТОБРАЖЕНИЯ И СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПАНЕЛИ ОТОБРАЖЕНИЯ**

### **ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ, К КОТОРОЙ ОТНОСИТСЯ ИЗОБРЕТЕНИЕ**

[0001] Настоящее изобретение относится к области технологий отображения и более конкретно к пакетной структуре, панели отображения и способу изготовления панели отображения.

### **ПРЕДПОСЫЛКИ ИЗОБРЕТЕНИЯ**

[0002] Дисплеи на органических светодиодах (OLED) характеризуются самосвечением и не требуют источников задней подсветки. В дополнение дисплеи на OLED обладают такими преимуществами, как высокая контрастность, широкая цветовая гамма, малая толщина, малое время отклика и возможность применения с гибкими панелями. Однако, поскольку устройства на OLED чувствительны к воде и кислороду, для реализации эффективного применения дисплеев на OLED для OLED требуется эффективная герметизация. Тонкопленочная герметизация является широко используемым эффективным способом герметизации.

[0003] В ходе исследований и практического применения современной технологии автор настоящего изобретения обнаружил, что в тонкопленочных пакетных структурах органический слой обычно изготавливается с помощью струйной печати после осаждения неорганической тонкой пленки. Для этого вида пакетной структуры необходимо много раз перемещать подложки во время процессов. В дополнение используемый способ струйной печати предрасположен к переливу органического слоя, что влияет на герметизирующий эффект.

[0004] Техническая задача: в варианте осуществления настоящего изобретения предусмотрены пакетная структура, панель отображения и способ изготовления

панели отображения для улучшения герметизирующих эффектов.

## СУЩНОСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

[0005] В варианте осуществления настоящего изобретения предусмотрена пакетная структура, которая содержит органический структурный слой, при этом материал органического структурного слоя содержит органический структурный материал, и структурная формула органического структурного материала

включает  $\left[ \text{R}_1\text{---R}_2 \right]_n$ , где группа  $\text{R}_1$  представляет собой  $\begin{array}{c} \text{X} \\ | \\ \text{---Si---} \\ | \\ \text{X} \end{array}$ , группа  $\text{R}_2$

представляет собой одно или более из  $\begin{array}{c} \text{X} \\ | \\ \text{---N---} \end{array}$  или  $\text{---O---}$ ,  $n$  представляет собой положительное целое число, которое больше или равняется 1, а  $x$  представляет собой одно или более из  $\text{---H}$ ,  $\text{---SiH}_3$  или  $\text{---NH}_2$ .

[0006] Необязательно в некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения материал органического структурного слоя дополнительно содержит неорганический материал, неорганический материал содержит одну или более комбинаций из нитрида кремния, оксида кремния или оксинитрида кремния, и в органическом структурном слое отношение содержания органического структурного материала к содержанию неорганического материала находится в диапазоне от 0,01 до 0,75.

[0007] Необязательно в некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения отношение содержания органического структурного материала к содержанию неорганического материала находится в диапазоне от 0,05 до 0,5.

[0008] Необязательно в некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения толщина органического структурного слоя находится в диапазоне от 1 мкм до 5 мкм.

[0009] Необязательно в некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения пакетная структура дополнительно содержит по меньшей мере один

неорганический слой, и материал по меньшей мере одного неорганического слоя содержит одну или более комбинаций нитрида, оксида или оксида азота.

[0010] Необязательно в некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения толщина по меньшей мере одного неорганического слоя находится в диапазоне от 20 нм до 1500 нм.

[0011] Необязательно в некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения пакетная структура содержит два неорганических слоя, и органический структурный слой расположен между двумя неорганическими слоями.

[0012] Необязательно в некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения пакетная структура содержит три неорганических слоя и два органических структурных слоя, причем три неорганических слоя и два органических структурных слоя уложены поочередно.

[0013] Необязательно в некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения пакетная структура содержит три неорганических слоя, органический структурный слой и органический слой, три неорганических слоя, органический структурный слой и органический слой уложены последовательно в следующем порядке: один из трех неорганических слоев, органический структурный слой, еще один из трех неорганических слоев, органический слой и еще один из трех неорганических слоев, и материал органического слоя содержит полимер, чувствительный к ультрафиолету, эпоксидный полимер или акриловый полимер.

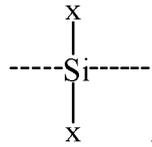
[0014] Соответственно, вариант осуществления настоящего изобретения дополнительно предусматривает панель отображения, которая содержит:

[0015] матричную подложку;

[0016] слой светоизлучающего устройства, расположенный на матричной подложке; и

[0017] пакетную структуру, расположенную на одной стороне слоя светоизлучающего устройства на удалении от матричной подложки и содержащую органический структурный слой; при этом материал органического структурного слоя содержит органический структурный материал, и структурная

формула органического структурного материала включает  $\left[ \text{R}_1\text{---R}_2 \right]_n$ , где



группа  $\text{R}_1$  представляет собой  $\text{---Si---}$ , группа  $\text{R}_2$  представляет собой одно или

более из  $\begin{array}{c} \text{X} \\ | \\ \text{---N---} \end{array}$  или  $\text{---O---}$ ,  $n$  представляет собой положительное целое число, которое больше или равняется 1, а  $x$  представляет собой одно или более из  $\text{---H}$ ,  $\text{---SiH}_3$  или  $\text{---NH}_2$ .

[0018] Необязательно в некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения материал органического структурного слоя дополнительно содержит неорганический материал, неорганический материал содержит одну или более комбинаций из нитрида кремния, оксида кремния или оксинитрида кремния, и в органическом структурном слое отношение содержания органического структурного материала к содержанию неорганического материала находится в диапазоне от 0,01 до 0,75.

[0019] Необязательно в некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения толщина органического структурного слоя находится в диапазоне от 1 мкм до 5 мкм.

[0020] Необязательно в некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения пакетная структура дополнительно содержит по меньшей мере один неорганический слой, и материал по меньшей мере одного неорганического слоя содержит одну или более комбинаций нитрида, оксида или оксида азота.

[0021] Необязательно в некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения толщина по меньшей мере одного неорганического слоя находится в

диапазоне от 20 нм до 1500 нм.

[0022] Необязательно в некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения пакетная структура содержит два неорганических слоя, и органический структурный слой расположен между двумя неорганическими слоями.

[0023] Необязательно в некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения пакетная структура содержит три неорганических слоя и два органических структурных слоя, причем три неорганических слоя и два органических структурных слоя уложены поочередно.

[0024] Необязательно в некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения пакетная структура содержит три неорганических слоя, органический структурный слой и органический слой, три неорганических слоя, органический структурный слой и органический слой уложены последовательно в следующем порядке: один из трех неорганических слоев, органический структурный слой, еще один из трех неорганических слоев, органический слой и еще один из трех неорганических слоев, и материал органического слоя содержит полимер, чувствительный к ультрафиолету, эпоксидный полимер или акриловый полимер.

[0025] Соответственно, в варианте осуществления настоящего изобретения дополнительно предусмотрен способ изготовления панели отображения. Способ включает следующие этапы:

[0026] предоставление матричной подложки;

[0027] размещение слоя светоизлучающего устройства на матричной подложке;

[0028] перемещение матричной подложки, предусмотренной со слоем светоизлучающего устройства, в полость и введение химически активных газов в полость, при этом химически активные газы включают газообразный силан и газообразный оксид азота(I) или включают газообразный силан и аммиак;

[0029] ионизацию химически активных газов с образованием химически активной плазмы; и

[0030] подвергание химически активной плазмы химической реакции и осаждению на слой светоизлучающего устройства с образованием органического структурного слоя; при этом материал органического структурного слоя содержит органический структурный материал, и структурная формула

органического структурного материала включает  $\left[ \text{R}_1\text{—R}_2 \right]_n$ , где группа  $\text{R}_1$

представляет собой  $\begin{array}{c} \text{x} \\ | \\ \text{---Si---} \\ | \\ \text{x} \end{array}$ , группа  $\text{R}_2$  представляет собой одно или более из

$\begin{array}{c} \text{x} \\ | \\ \text{---N---} \end{array}$  или  $\text{---O---}$ ,  $n$  представляет собой положительное целое число, которое больше или равняется 1, а  $x$  представляет собой одно или более из  $\text{---H}$ ,  $\text{---SiH}_3$  или  $\text{---NH}_2$ .

[0031] Необязательно в некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения после этапа размещения слоя светоизлучающего устройства на матричной подложке способ дополнительно включает этап осаждения неорганического слоя на одной стороне слоя светоизлучающего устройства на удалении от матричной подложки.

[0032] Необязательно в некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения после этапа размещения слоя светоизлучающего устройства на матричной подложке способ дополнительно включает этап осаждения органического слоя на одной стороне неорганического слоя на удалении от матричной подложки.

[0033] Положительный эффект: в вариантах осуществления настоящего изобретения предусмотрены пакетная структура, панель отображения и способ изготовления панели отображения. Пакетная структура содержит органический структурный слой. Органический структурный слой содержит органический

структурный материал. Органический структурный материал представляет собой неорганический материал, имеющий цепочечные химические связи. Благодаря наличию цепочечных химических связей неорганический материал имеет соответствующие свойства органических материалов. Например, органический структурный материал имеет более низкие показатели напряжения и лучшие свойства покрытия ступенек. Органический структурный слой получает материал, имеющий органические свойства, с помощью способа изготовления неорганических материалов, тем самым получая органический структурный материал, обладающий эффектами блокирования воды и кислорода неорганических материалов и буферными свойствами органических материалов. Таким образом, для пакетной структуры согласно настоящему изобретению можно получить лучший герметизирующий эффект, тем самым повышая надежность герметизации панели отображения.

#### ОПИСАНИЕ ГРАФИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

[0034] Сопроводительные фигуры, предназначенные для использования в описании вариантов осуществления настоящего изобретения, будут кратко описаны для более ясной иллюстрации технических решений вариантов осуществления. Описанные ниже сопроводительные фигуры являются лишь частью вариантов осуществления настоящего изобретения, из которых специалисты в данной области техники могут получить дополнительные фигуры без осуществления каких-либо изобретательских усилий.

[0035] На фиг. 1 представлено первое схематическое структурное изображение пакетной структуры согласно варианту осуществления настоящего изобретения.

[0036] На фиг. 2 представлено второе схематическое структурное изображение пакетной структуры согласно варианту осуществления настоящего изобретения.

[0037] На фиг. 3 представлено третье схематическое структурное изображение пакетной структуры согласно варианту осуществления настоящего изобретения.

[0038] На фиг. 4 представлено четвертое схематическое структурное изображение пакетной структуры согласно варианту осуществления настоящего изобретения.

[0039] На фиг. 5 представлено первое схематическое структурное изображение панели отображения согласно варианту осуществления настоящего изобретения.

[0040] На фиг. 6 представлено второе схематическое структурное изображение панели отображения согласно варианту осуществления настоящего изобретения.

[0041] На фиг. 7 представлена блок-схема способа изготовления панели отображения согласно варианту осуществления настоящего изобретения.

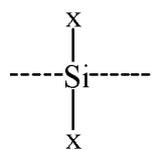
#### ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ ПРЕДПОЧТИТЕЛЬНЫХ ВАРИАНТОВ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

[0042] Технические решения в вариантах осуществления настоящего изобретения будут описаны ниже ясно и полно со ссылкой на графические материалы в вариантах осуществления настоящего изобретения. Очевидно, что описанные варианты осуществления представляют собой лишь часть вариантов осуществления настоящего изобретения, но не все варианты осуществления. На основании вариантов осуществления настоящего изобретения все другие варианты осуществления, полученные специалистами в данной области техники без приложения творческих усилий, находятся в пределах объема настоящего изобретения. В дополнение следует понимать, что конкретные варианты осуществления, описанные в данном документе, используются исключительно для иллюстрации и объяснения настоящего изобретения, а не для ограничения настоящего изобретения. В настоящем изобретении в случае отсутствия объяснения обратным образом слова, используемые для указания ориентации, такие как «на» и «под» обычно относятся к верхней и нижней областям устройства при фактическом использовании или в рабочем состоянии, и, в частности, областям на графических материалах; а «внутри» и «снаружи» относятся к границам устройства.

[0043] В вариантах осуществления настоящего изобретения предусмотрены пакетная структура, панель отображения и способ изготовления панели отображения. Они будут подробно описаны далее. Следует отметить, что порядок описания для следующих вариантов осуществления не предназначен для ограничения предпочтительного порядка вариантов осуществления.

[0044] Со ссылкой на фиг. 1, на фиг. 1 представлено первое схематическое структурное изображение пакетной структуры согласно варианту осуществления настоящего изобретения. В настоящем изобретении предусмотрена пакетная структура 10. Пакетная структура 10 содержит органический структурный слой 101. Материал органического структурного слоя 101 содержит органический структурный материал, и структурная формула органического структурного

материала содержит  $\left[ \text{R}_1\text{---R}_2 \right]_n$ , где группа  $\text{R}_1$  представляет собой



, группа  $\text{R}_2$  представляет собой одно или более из  $\begin{array}{c} \text{x} \\ | \\ \text{---N---} \end{array}$  или  $\text{---O---}$ ,  $n$  представляет собой положительное целое число, которое больше или равняется 1, а  $x$  представляет собой одно или более из  $\text{---H}$ ,  $\text{---SiH}_3$  или  $\text{---NH}_2$ .

[0045] Пакетная структура 10, предусмотренная в настоящем изобретении, содержит органический структурный слой 101. Органический структурный слой 101 содержит органический структурный материал. Органический структурный материал представляет собой неорганический материал, имеющий цепочечные химические связи. Благодаря наличию цепочечных химических связей неорганический материал имеет соответствующие свойства органических материалов. Например, органический структурный материал имеет более низкие показатели напряжения и лучшие свойства покрытия ступенек. Органический структурный слой 101 согласно настоящему изобретению получает материал, имеющий органические свойства, с помощью способа изготовления неорганических материалов. Таким образом, органический структурный слой

101 обладает буферными свойствами органических герметизирующих материалов, а также эффектами блокирования воды и кислорода неорганических герметизирующих материалов. Таким образом, для пакетной структуры 10 согласно настоящему изобретению можно получить лучший герметизирующий эффект, тем самым повышая надежность герметизации панели отображения.

[0046] Ступенчатое покрытие означает процентное отношение толщины слоя пленки через ступеньки к толщине слоя пленки на ровном месте. Когда материал имеет лучшие свойства покрытия ступенек, его герметизирующий эффект лучше.

[0047] При этом толщина органического структурного слоя 101 находится в диапазоне от 1 мкм до 5 мкм. В частности, толщина органического структурного слоя 101 может составлять 1 мкм, 1,5 мкм, 2 мкм, 2,5 мкм, 3 мкм, 3,5 мкм, 4 мкм, 4,5 мкм или 5 мкм. Вышеуказанные числовые значения являются просто иллюстративными, и толщина органического структурного слоя 101 может иметь также другие значения от 1 мкм до 5 мкм. Толщина органического структурного слоя 101 может быть установлена в соответствии с требованиями к герметизации.

[0048] В частности, в органическом структурном материале группа  $R_1$

представляет собой  $\begin{array}{c} \text{x} \\ | \\ \text{---Si---} \\ | \\ \text{x} \end{array}$ , группа  $R_2$  представляет собой  $\begin{array}{c} \text{x} \\ | \\ \text{---N---} \end{array}$  и/или  $\text{---O---}$ , n представляет собой положительное целое число, которое больше или равняется 1, а x представляет собой одно или более из  $\text{---H}$ ,  $\text{---SiH}_3$  или  $\text{---NH}_2$ . То есть, x в группе  $R_1$  и группе  $R_2$  может представлять собой любое, выбранное из  $\text{---H}$ ,  $\text{---SiH}_3$  и  $\text{---NH}_2$ . Группа  $R_2$  также может представлять собой  $\text{---O---}$ . Или группа  $R_1$  и группа  $R_2$  в органическом структурном материале могут быть двух, трех или четырех видов, выбранных из вышеуказанных групп.

[0049] Например, в органическом структурном материале группа  $R_1$

представляет собой --SiH<sub>2</sub>--, а группа R<sub>2</sub> представляет собой --NH--, в таком случае органический структурный материал будет включать структуру --SiH<sub>2</sub>-NH-SiH<sub>2</sub>-NH-SiH<sub>2</sub>-.....NH-SiH<sub>2</sub>-NH--. В качестве другого примера в органическом структурном материале группа R<sub>1</sub> представляет собой --Si-- и --SiH<sub>2</sub>--, а группа R<sub>2</sub> представляет собой --NH--, в таком случае органический структурный материал может включать структуру --Si-NH-SiH<sub>2</sub>-NH-.....-Si-NH--. При этом два других положения связи --Si-- могут быть соединены с одним или более из ----H, ----SiH<sub>3</sub> или ---NH<sub>2</sub>, причем другие группы показаны не полностью для отражения в данном документе цепочечных химических связей. Цепочечные структуры, включенные в упомянутый выше органический структурный материал, представляют собой только примеры, фактически органический структурный материал согласно настоящему изобретению требует только цепочечные структуры, образованные неорганическими материалами, и их конкретное расположение не ограничивается в настоящем изобретении.

[0050] При этом материал органического структурного слоя дополнительно содержит неорганический материал, и неорганический материал включает одну или более комбинаций нитрида кремния, оксида кремния или оксинитрида кремния. Органический структурный слой изготавливают с помощью плазмохимического осаждения из газовой фазы. А именно, силан, аммиак и воду вводят в качестве химически активных газов, и затем химически активные газы ионизируют микроволновой частотой или радиочастотой для местного образования плазмы. Химическая активность плазмы является очень высокой, поэтому плазма легко вступает в реакцию и затем образует органический структурный слой. Таким образом, когда вводят химически активные газы, часть

химически активных газов частично ионизируется до  $\begin{array}{c} \text{----SiH---} \\ | \end{array}$ ,  $\text{----SiH}_2\text{--}$ ,  $\text{----SiH}_3$ ,  $\begin{array}{c} \text{----N----} \\ | \\ \text{H} \end{array}$ ,  $\text{----NH}_2$  и  $\text{----O----}$  микроволновой частотой или радиочастотой. В то же время другая часть химически активных газов

ионизируется полностью до  $\begin{array}{c} \vdots \\ \text{---Si---} \\ \vdots \end{array}$  и  $\begin{array}{c} \vdots \\ \text{---N---} \\ \vdots \end{array}$ . Частичные группы, упомянутые выше, образуют органический структурный материал, имеющий цепочечные химические связи. Другие частичные группы, которые полностью ионизированы, образуют неорганический материал, такой как нитрид кремния, оксид кремния и оксинитрид кремния.

[0051] Следует отметить, что, поскольку существует неопределенность в образовании органическим структурным материалом связей после ионизации, в дополнение к упомянутой выше группе x, органический структурный материал может также образовывать сшитую структуру с периферийными органическими структурными материалами.

[0052] При этом органический структурный материал и неорганический материал, который специально образуется, относятся к химически активным газам, которые вводят. Например, когда вводят силан и аммиак, неорганический материал, который образуется, представляет собой нитрид кремния, а в органическом структурном материале, который образуется, группа  $R_1$

представляет собой одно или более из  $\begin{array}{c} \vdots \\ \text{---Si---} \\ \vdots \end{array}$ ,  $\begin{array}{c} \text{---SiH---} \\ \vdots \end{array}$ ,  $\text{---SiH}_2\text{---}$  или  $\text{---SiH}_3$ , а группа  $R_2$  представляет собой одно или более из  $\begin{array}{c} \vdots \\ \text{---N---} \\ \vdots \end{array}$  или  $\text{---N---}$

Н. Неорганический материал, который образуется и представляет собой оксид кремния и оксинитрид кремния, и его соответствующий органический структурный материал аналогичны вышеуказанному примеру и не будут повторяться в данном документе.

[0053] При этом в органическом структурном слое 101 молярное отношение органического структурного материала к неорганическому материалу находится в диапазоне от 0,01 до 0,75. Кроме того, молярное отношение органического структурного материала к неорганическому материалу может находиться в

диапазоне от 0,05 до 0,5. Как упомянуто выше, органический структурный материал и неорганический материал образуются в результате химической реакции между различными группами плазмы, которые ионизируются микроволновой частотой или радиочастотой. В случае применения различных скоростей потока газа типы и количества групп плазмы, генерируемых с помощью ионизации, также будут различаться. В целом, молярное отношение органического структурного материала к неорганическому материалу, которые генерируются, находится в диапазоне от 0,01 до 0,75. То есть, в органическом структурном слое содержание органического структурного материала составляет от 1% до 75% содержания неорганического материала.

[0054] В частности, отношение содержания органического структурного материала к содержанию неорганического материала может составлять 0,01, 0,02, 0,03, 0,04, 0,05, 0,1, 0,15, 0,2, 0,25, 0,3, 0,35, 0,4, 0,45, 0,5, 0,55, 0,6, 0,65, 0,7 или 0,75. Вышеуказанные числовые значения являются просто иллюстративными, и молярное отношение органического структурного материала к неорганическому материалу может иметь также другие значения от 0,01 до 0,75. Отношение содержания органического структурного материала к содержанию неорганического материала в диапазоне от 0,01 до 0,75 может позволить органическому структурному слою обладать свойствами органических материалов и превосходными герметизирующими свойствами.

[0055] Пакетная структура 10 может быть обеспечена только одним органическим структурным слоем 101 для герметизации. Только один органический структурный слой 101 в качестве пакетной структуры 10 способен уменьшить толщину пакетной структуры 10. Это может обеспечить сгибаемость панелей при нанесении органического структурного слоя 101 на гибкие панели отображения для герметизации. Вместе с тем в результате наличия только одного слоя тонкопленочной структуры для герметизации толщина пакетной структуры 10 становится меньше в месте изгиба гибких панелей отображения, тем самым эффективно уменьшая радиус изгиба, сужая рамки и предотвращая переломы слоев пленки в месте изгиба.

[0056] Со ссылкой на фиг. 1 пакетная структура 10 также может содержать по меньшей мере один неорганический слой 102. Материал по меньшей мере одного неорганического слоя 102 содержит одну или более комбинаций нитрида, оксида или оксида азота. В частности, нитрид может представлять собой нитрид кремния. Оксид может представлять собой оксид алюминия, оксид кремния, оксид титана, оксид циркония или оксид цинка. Оксид азота(I) может представлять собой оксинитрид кремния. Размещение по меньшей мере одного неорганического слоя 102 в пакетной структуре 10, которая объединяет неорганический материал и материал, имеющий органические свойства для герметизации, может обеспечить лучший герметизирующий эффект. По меньшей мере один неорганический слой 102 используется для блокирования воды и кислорода, и с органическими свойствами органического структурного слоя 101 органический структурный слой 101 используется в качестве органического слоя для расширения пути проникновения водяного пара. Вместе с тем органический структурный слой 101 обладает хорошими свойствами покрытия ступенек и способен хорошо покрывать слои пленок, которые должны быть герметизированы. Комбинирование органического структурного слоя 101 и по меньшей мере одного неорганического слоя 102 может улучшить способность пакетной структуры 10 блокировать воду и кислород, тем самым продлевая срок службы панели отображения.

[0057] При этом толщина по меньшей мере одного неорганического слоя 102 находится в диапазоне от 20 нм до 1500 нм. В частности, толщина по меньшей мере одного неорганического слоя 102 может составлять 20 нм, 300 нм, 400 нм, 500 нм, 600 нм, 700 нм, 800 нм, 900 нм, 1000 нм, 1100 нм, 1200 нм, 1300 нм, 1400 нм или 1500 нм. Толщина по меньшей мере одного неорганического слоя 102 может быть установлена адаптивно в соответствии с требованиями к герметизации. Например, когда органический структурный слой 101 требуется сделать тоньше, толщина по меньшей мере одного неорганического слоя 102 может быть увеличена соответственно для обеспечения герметизирующего эффекта пакетной структуры.

[0058] В отношении пакетной структуры 10, показанной на фиг. 1, пакетная структура 10 содержит два неорганических слоя 102. Органический структурный слой 101 расположен между двумя органическими слоями 102. Размещение органического структурного слоя 101 между двумя органическими слоями 102 может позволить двум неорганическим слоям 102 играть роль удерживающих стенок. После поглощения органическим структурным слоем 101 воды и кислорода неорганические слои 102 могут блокировать воду и кислород в органическом структурном слое 101 с образованием пространства для блокировки воды и кислорода, тем самым предотвращая проникновение воды и кислорода. Эта пакетная структура 10 может дополнительно улучшать способность блокирования воды и кислорода и надежность герметизации.

[0059] В некоторых вариантах осуществления, как показано на фиг. 2, на фиг. 2 представлено второе схематическое структурное изображение пакетной структуры согласно варианту осуществления настоящего изобретения. Пакетная структура 10, показанная на фиг. 2, содержит один неорганический слой 102. Органический структурный слой 101 может быть расположен на любой из сторон неорганического слоя 102. Комбинирование органического структурного слоя 101 и неорганического слоя 102 для герметизации может улучшить способность пакетной структуры 10 блокировать воду и кислород.

[0060] Со ссылкой на фиг. 3, на фиг. 3 представлено третье схематическое структурное изображение пакетной структуры согласно варианту осуществления настоящего изобретения. Пакетная структура 10 содержит три неорганических слоя 102 и два органических структурных слоя 101, причем три неорганических слоя 102 и два органических структурных слоя 101 уложены поочередно.

[0061] Поскольку плотности пленок органических структурных слоев 101 и неорганических слоев 102 не очень велики, множество органических структурных слоев 101 и неорганических слоев 102, уложенных поочередно для герметизации, может улучшить плотность пакетной структуры 10, тем самым лучше предотвращая проникновение воды и кислорода. В дополнение

размещение двух органических структурных слоев 101 может расширить путь для проникновения воды и кислорода. Аналогично неорганические слои 102 способны блокировать воду и кислород в органических структурных слоях 101. Таким образом, размещение пятислойной структуры с чередующейся укладкой из органических структурных слоев 101 и неорганических слоев 102 может дополнительно улучшить герметизирующий эффект.

[0062] Со ссылкой на фиг. 4, на фиг. 4 представлено четвертое схематическое структурное изображение пакетной структуры согласно варианту осуществления настоящего изобретения. Пакетная структура 10 содержит три неорганических слоя 102, один органический структурный слой 101 и органический слой 103. Три неорганических слоя 102, органический структурный слой 101 и органический слой 103 уложены последовательно в следующем порядке: один из трех неорганических слоев, органический структурный слой, еще один из трех неорганических слоев, органический слой и еще один из трех неорганических слоев. Материал органического слоя 103 содержит полимер, чувствительный к ультрафиолету, эпоксидный полимер или акриловый полимер.

[0063] В частности, материал органического слоя 103 может представлять собой органические материалы, такие как эпоксидная смола, полиимид (PI), полиэтилентерефталат (PET), поликарбонат (PC), полиэтилен (PE), полиакрилат (PEA) или полиметилметакрилат (PMMA).

[0064] Органический слой 103 выполнен из органических материалов. Комбинирование органического структурного слоя 101 и органического слоя 103 в пакетной структуре 10 может лучше расширить путь для проникновения водяного пара и эффективно блокировать воду и кислород. В дополнение поверхность органического слоя 103 является более плоской, поэтому качество взаимодействия между неорганическим слоем 102 и органическим слоем 103 может быть улучшено, тем самым эффективно предотвращая отделение слоев пленок.

[0065] Соответственно, в настоящем изобретении дополнительно

предусмотрена панель отображения. Со ссылкой на фиг. 5, на фиг. 5 представлено первое схематическое структурное изображение панели отображения согласно варианту осуществления настоящего изобретения. Панель отображения 100 содержит матричную подложку 20, слой 30 светоизлучающего устройства и пакетную структуру 10. Слой 30 светоизлучающего устройства расположен на матричной подложке 20. Пакетная структура 10 расположена на одной стороне слоя 30 светоизлучающего устройства на удалении от матричной подложки 20. Пакетная структура 10 представляет собой пакетную структуру 10, упомянутую выше.

[0066] В частности, со ссылкой на фиг. 6, на фиг. 6 представлено второе схематическое структурное изображение панели отображения согласно варианту осуществления настоящего изобретения. При этом матричная подложка 20 содержит подложку 201 и слой 202 тонкопленочных транзисторов. В дополнение пакетная структура 10, содержащая многослойную структуру из неорганического слоя 102/ органического структурного слоя 101/ неорганического слоя 102, на фиг. 5 взята в качестве примера для описания. Толщины и формы каждого из слоев пленок на фиг. 5 предназначены только для иллюстрации и не накладывают ограничений на структуру панели 100 отображения.

[0067] При этом подложка 201 может представлять собой стекло, функциональное стекло (сенсорное стекло) или гибкую подложку. Конкретные слои пленок и их комплект для слоя 202 тонкопленочных транзисторов являются широко используемыми в данной области техники техническими средствами и не будут повторяться в данном документе.

[0068] В панели 100 отображения, предусмотренной в настоящем изобретении, используется пакетная структура, содержащая органический структурный слой 101. Органический структурный слой 101 содержит органический структурный материал. Органический структурный материал представляет собой неорганический материал, имеющий цепочечные химические связи. Благодаря наличию цепочечных химических связей неорганический материал имеет

соответствующие свойства органических материалов. Например, органический структурный материал имеет более низкие показатели напряжения и лучшие свойства покрытия ступенек. Органический структурный слой 101 согласно настоящему изобретению получает материал, имеющий органические свойства, с помощью способа изготовления неорганических материалов. Органический структурный слой 101 улучшает эффект блокирования воды и кислорода органических герметизирующих материалов. Таким образом, пакетная структура 10 согласно настоящему изобретению может позволить получить для панели 100 отображения лучший герметизирующий эффект, тем самым повышая надежность герметизации панели 100 отображения.

[0069] Следует отметить, что в дополнение к применению для герметизации панели 100 отображения, пакетная структура 10, предусмотренная в настоящем изобретении, также может быть применена для связанных аспектов ступенчатого покрытия других электронных компонентов. Например, она может быть применена для электронных компонентов, имеющих структуру с подрезом, и использована для покрытия ступенек, образованных вследствие структуры с подрезом.

[0070] Соответственно, в настоящем изобретении дополнительно предусмотрен способ изготовления панели отображения. Со ссылкой на фиг. 7, на фиг. 7 представлена блок-схема способа изготовления панели отображения согласно варианту осуществления настоящего изобретения. Способ изготовления панели отображения, в частности, включает следующие этапы.

[0071] Этап 11: предоставление матричной подложки.

[0072] При этом матричная подложка может содержать подложку и слой тонкопленочных транзисторов, расположенных на подложке. Подложка может представлять собой стекло, функциональное стекло (сенсорное стекло) или гибкую подложку. При этом функциональное стекло получают путем напыления прозрачной проводящей тонкой пленки оксида металла на ультратонкое стекло и отжига при высокой температуре.

[0073] При предоставлении стекла, функционального стекла или гибкой подложки в качестве подложки на подложке затем изготавливают слой тонкопленочных транзисторов. Конкретный способ изготовления слоя тонкопленочных транзисторов является широко используемым в данной области техники техническим средством и не будет повторяться в данном документе.

[0074] Этап 12: размещение слоя светоизлучающего устройства на матричной подложке.

[0075] Этап 13: перемещение матричной подложки, предусмотренной со слоем светоизлучающего устройства, в полость и введение химически активных газов в полость.

[0076] При этом химически активные газы включают газообразный силан ( $\text{SiH}_4$ ) и газообразный оксид азота(I) ( $\text{N}_2\text{O}$ ) или включают газообразный силан и аммиак ( $\text{NH}_3$ ). По причине необходимости вступления в реакцию и генерирования органических структурных материалов химически активными газами их частично ионизируют за счет увеличения скорости потока вводимых химически активных газов. В частности, по сравнению со скоростями потока для генерирования обычных неорганических материалов на основе нитрида кремния, материалов на основе оксида кремния и материалов на основе оксинитрида кремния скорость потока газа увеличивают в 3–7 раз при использовании для генерирования органического структурного материала. Увеличение скоростей потока химически активных газов может, с одной стороны, частично ионизировать химически активные газы и, с другой стороны, может увеличить скорость образования пленки.

[0077] Этап 14: ионизация химически активных газов с образованием химически активной плазмы.

[0078] При этом химически активные газы могут быть ионизированы микроволновой частотой или радиочастотой. Например, регулирование давления газа и мощности радиочастоты в полости для ионизации химически активных

газов радиочастотой. В частности, давление газа может находиться в диапазоне от 800 миллиторр до 2000 миллиторр. Мощность радиочастоты может находиться в диапазоне от 1 кВт до 2 кВт.

[0079] Этап 15: подвергание химически активной плазмы химической реакции и осаждению на слой светоизлучающего устройства с образованием органического структурного слоя.

[0080] При этом материал органического структурного слоя содержит органический структурный материал, причем органический структурный

материал включает  $\left[ R_1-R_2 \right]_n$ , где группа  $R_1$  представляет собой  $\begin{array}{c} x \\ | \\ \text{---Si---} \\ | \\ x \end{array}$ ,

группа  $R_2$  представляет собой одно или более из  $\begin{array}{c} x \\ | \\ \text{---N---} \end{array}$  или  $\text{---O---}$ ,  $n$  представляет собой положительное целое число, которое больше или равняется 1, а  $x$  представляет собой одно или более из  $\text{---H}$ ,  $\text{---SiH}_3$  или  $\text{---NH}_2$ .

[0081] В настоящем изобретении используется плазмохимическое осаждение из газовой фазы (PECVD) для изготовления органического структурного слоя, поэтому температура изготовления является низкой, что позволяет избежать воздействия на слой светоизлучающего устройства, тем самым обеспечивая световую эффективность слоя светоизлучающего устройства. В дополнение при использовании способа изготовления неорганических веществ с образованием материала, имеющего органические свойства, может быть использован органический структурный слой для замены слоев пленок, образованных органическими материалами для герметизации. Нет необходимости в изготовлении органических слоев пленок с помощью струйной печати, что предотвращает перелив материалов при струйной печати. В дополнение способ PECVD имеет высокую скорость осаждения, а также хорошее качество образования пленки, вследствие чего образуемая пакетная структура имеет меньше микропор и меньше трещин, что обеспечивает лучший

герметизирующий эффект.

[0082] Необязательно после этапа размещения слоя светоизлучающего устройства на матричной подложке способ дополнительно включает этап осаждения неорганического слоя на одной стороне слоя светоизлучающего устройства на удалении от матричной подложки.

[0083] При этом неорганический слой может быть расположен на одной стороне органического структурного слоя рядом со слоем светоизлучающего устройства, или неорганический слой также может быть расположен на одной стороне органического структурного слоя на удалении от слоя светоизлучающего устройства. Или неорганический слой может быть расположен одновременно с обеих сторон органического структурного слоя. Неорганический слой может быть установлен в один слой или в несколько слоев.

[0084] В качестве примера для описания взят неорганический слой, расположенный на стороне органического структурного слоя рядом со слоем светоизлучающего устройства. После размещения слоя светоизлучающего устройства на матричной подложке неорганический слой осаждают на слой светоизлучающего устройства с помощью химического осаждения из газовой фазы (CVD), атомно-слоевого осаждения (ALD) или плазмохимического осаждения из газовой фазы. Например, когда в качестве неорганического слоя используется материал на основе нитрида кремния, матричную подложку, предусмотренную со слоем светоизлучающего устройства, переносят в полость и вводят газообразный силан и аммиак. После введения двух исходных газообразных материалов между ними происходит химическая реакция с образованием нитрида кремния, и нитрид кремния осаждается на слое светоизлучающего устройства и образует неорганический слой. Неорганический слой, изготавливаемый с помощью PECVD, имеет высокую скорость изготовления, плотный слой пленки и хорошее сцепление.

[0085] После изготовления неорганического слоя с помощью PECVD в той же полости может быть затем изготовлен органический структурный слой. Таким

образом, нет необходимости в переносе матричной подложки после изготовления неорганического слоя, что предотвращает разрушение слоев пленок во время процесса переноса и позволяет ускорить производство.

[0086] Необязательно после изготовления органического структурного слоя с помощью PECVD в той же полости также может быть изготовлен затем другой неорганический слой, в результате чего образуется пакетная структура из неорганического барьера/ органического буферного слоя/ неорганического барьера.

[0087] Когда газообразный силан и аммиак используют для изготовления материала на основе нитрида кремния для неорганического слоя, производство органического структурного слоя может быть продолжено с помощью газообразного силана и аммиака. Он может быть изготовлен только при увеличении скорости потока газа в 3–7 раз по сравнению с неорганическим слоем и последующей ионизации. Таким образом, газы в полости являются одинаковыми, и другие примеси не производятся, в результате чего изготавливаемая пакетная структура имеет высокую чистоту пленки и меньшее количество дефектов, что является более благоприятным для улучшения герметизирующего эффекта. Аналогично после изготовления органического структурного слоя может быть изготовлен другой неорганический слой на основе нитрида кремния путем снижения скоростей потока газа. В приведенном выше описании введение газообразного силана и аммиака используется в качестве примера. Соответственно, для производства других материалов просьба обращаться к этому примеру. Следует понимать, что газы, вводимые при изготовлении неорганического слоя и органического структурного слоя, также могут быть не полностью одинаковыми.

[0088] Необязательно после этапа размещения слоя светоизлучающего устройства на матричной подложке способ дополнительно включает этап осаждения органического слоя на одной стороне неорганического слоя на удалении от матричной подложки.

[0089] При этом органический слой может быть расположен на одной стороне неорганического слоя рядом со слоем светоизлучающего устройства, или органический слой также может быть расположен между органическим структурным слоем и неорганическим слоем. Или органический слой может быть расположен между двумя неорганическими слоями. Органический слой может быть установлен в один слой или в несколько слоев. Положения органического структурного слоя, неорганического слоя и органического слоя не ограничены в настоящем изобретении.

[0090] В частности, органический слой изготавливают с помощью струйной печати или напыления. Способ напыления для образования пленки является простым, слой пленки, образующийся при этом, является тонким и имеет высокую степень чистоты и плотности. Области образования пленки можно с точностью контролировать с помощью струйной печати, что экономит материалы, снижает затраты и повышает выход продукта.

[0091] Способ изготовления панели отображения, предоставленный в настоящем изобретении, позволяет изготавливать в одной и той же полости неорганический слой и органический структурный слой, имеющий свойства органического материала, путем изготовления неорганического слоя с использованием CVD и изготовления органического структурного слоя с использованием PECVD. Благодаря способу изготовления панели отображения может быть уменьшено перемещение подложки во время герметизации, что предотвращает разрушение пакетной структуры или подложки во время процесса перемещения и, таким образом, повышает выход продукта для панели отображения.

[0092] Пакетная структура, панель отображения и способ изготовления панели отображения, предусмотренные в вариантах осуществления настоящего изобретения, подробно описаны выше. Конкретные примеры используются в данном документе для объяснения принципов и осуществления настоящего изобретения. Описания приведенных выше вариантов осуществления

используются только для помощи в понимании способа настоящего изобретения и его основных идей; вместе с тем для специалистов в данной области техники диапазон конкретных способов реализации и применения может меняться в соответствии с идеями настоящего изобретения. В заключение, содержание описания не должно рассматриваться как налагающее ограничения на настоящее изобретение.

### Формула изобретения

1. Пакетная структура, содержащая органический структурный слой, при этом материал органического структурного слоя содержит органический структурный материал, и структурная формула органического структурного материала

представляет собой  $\left[ \text{R}_1\text{---R}_2 \right]_n$ , где группа  $\text{R}_1$  представляет собой  $\begin{array}{c} \text{x} \\ | \\ \text{---Si---} \\ | \\ \text{x} \end{array}$ ,

группа  $\text{R}_2$  представляет собой одно или более из  $\begin{array}{c} \text{x} \\ | \\ \text{---N---} \end{array}$  или  $\text{---O---}$ ,  $n$  представляет собой положительное целое число, которое больше или равняется 1, а  $x$  представляет собой одно или более из  $\text{---H}$ ,  $\text{---SiH}_3$  или  $\text{---NH}_2$ .

2. Пакетная структура по п. 1, отличающаяся тем, что материал органического структурного слоя дополнительно содержит неорганический материал, неорганический материал содержит одну или более комбинаций из нитрида кремния, оксида кремния или оксинитрида кремния, и в органическом структурном слое отношение содержания органического структурного материала к содержанию неорганического материала находится в диапазоне от 0,01 до 0,75.

3. Пакетная структура по п. 2, отличающаяся тем, что отношение содержания органического структурного материала к содержанию неорганического материала находится в диапазоне от 0,05 до 0,5.

4. Пакетная структура по п. 1, отличающаяся тем, что толщина органического структурного слоя находится в диапазоне от 1 мкм до 5 мкм.

5. Пакетная структура по п. 1, отличающаяся тем, что дополнительно содержит по меньшей мере один неорганический слой, при этом материал по меньшей мере одного неорганического слоя содержит одну или более комбинаций нитрида, оксида или оксида азота.

6. Пакетная структура по п. 5, отличающаяся тем, что толщина по меньшей мере одного неорганического слоя находится в диапазоне от 20 нм до 1500 нм.

7. Пакетная структура по п. 5, отличающаяся тем, что содержит два неорганических слоя, при этом органический структурный слой расположен между двумя неорганическими слоями.

8. Пакетная структура по п. 5, отличающаяся тем, что содержит три неорганических слоя и два органических структурных слоя, при этом три неорганических слоя и два органических структурных слоя уложены поочередно.

9. Пакетная структура по п. 5, отличающаяся тем, что содержит три неорганических слоя, органический структурный слой и органический слой, при этом три неорганических слоя, органический структурный слой и органический слой уложены последовательно в следующем порядке: один из трех неорганических слоев, органический структурный слой, еще один из трех неорганических слоев, органический слой и еще один из трех неорганических слоев, и материал органического слоя содержит полимер, чувствительный к ультрафиолету, эпоксидный полимер или акриловый полимер.

10. Панель отображения, содержащая:

матричную подложку;

слой светоизлучающего устройства, расположенный на матричной подложке; и

пакетную структуру, расположенную на одной стороне слоя светоизлучающего устройства на удалении от матричной подложки и содержащую органический структурный слой; при этом материал органического структурного слоя содержит органический структурный материал, и структурная формула

органического структурного материала представляет собой  $\left[ \text{R}_1\text{—R}_2 \right]_n$ , где

группа  $\text{R}_1$  представляет собой  $\begin{array}{c} \text{x} \\ | \\ \text{---Si---} \\ | \\ \text{x} \end{array}$ , группа  $\text{R}_2$  представляет собой одно или

более из  $\begin{array}{c} \text{x} \\ | \\ \text{---N---} \end{array}$  или  $\text{---O---}$ ,  $n$  представляет собой положительное целое

число, которое больше или равняется 1, а  $x$  представляет собой одно или более из  $\text{---H}$ ,  $\text{---SiH}_3$  или  $\text{---NH}_2$ .

11. Панель отображения по п. 10, отличающаяся тем, что материал органического структурного слоя дополнительно содержит неорганический материал, неорганический материал содержит одну или более комбинаций из нитрида кремния, оксида кремния или оксинитрида кремния, и в органическом структурном слое отношение содержания органического структурного материала к содержанию неорганического материала находится в диапазоне от 0,01 до 0,75.

12. Панель отображения по п. 10, отличающаяся тем, что толщина органического структурного слоя находится в диапазоне от 1 мкм до 5 мкм.

13. Панель отображения по п. 10, отличающаяся тем, что пакетная структура дополнительно содержит по меньшей мере один неорганический слой, и материал по меньшей мере одного неорганического слоя содержит одну или более комбинаций нитрида, оксида или оксида азота.

14. Панель отображения по п. 13, отличающаяся тем, что толщина по меньшей мере одного неорганического слоя находится в диапазоне от 20 нм до 1500 нм.

15. Панель отображения по п. 13, отличающаяся тем, что пакетная структура содержит два неорганических слоя, и органический структурный слой расположен между двумя неорганическими слоями.

16. Панель отображения по п. 13, отличающаяся тем, что пакетная структура содержит три неорганических слоя и два органических структурных слоя, и три неорганических слоя и два органических структурных слоя уложены поочередно.

17. Панель отображения по п. 13, отличающаяся тем, что пакетная структура содержит три неорганических слоя, органический структурный слой и органический слой, три неорганических слоя, органический структурный слой и органический слой уложены последовательно в следующем порядке: один из трех неорганических слоев, органический структурный слой, еще один из трех

неорганических слоев, органический слой и еще один из трех неорганических слоев, и материал органического слоя содержит полимер, чувствительный к ультрафиолету, эпоксидный полимер или акриловый полимер.

18. Способ изготовления панели отображения, включающий следующие этапы:

предоставление матричной подложки;

размещение слоя светоизлучающего устройства на матричной подложке;

перемещение матричной подложки, предусмотренной со слоем светоизлучающего устройства, в полость и введение химически активных газов в полость, при этом химически активные газы включают газообразный силан и газообразный оксид азота(I) или включают газообразный силан и аммиак;

ионизацию химически активных газов с образованием химически активной плазмы; и

подвергание химически активной плазмы химической реакции и осаждению на слой светоизлучающего устройства с образованием органического структурного слоя; при этом материал органического структурного слоя содержит органический структурный материал, и структурная формула органического

структурного материала представляет собой  $\left[ \text{R}_1\text{---R}_2 \right]_n$ , где группа  $\text{R}_1$

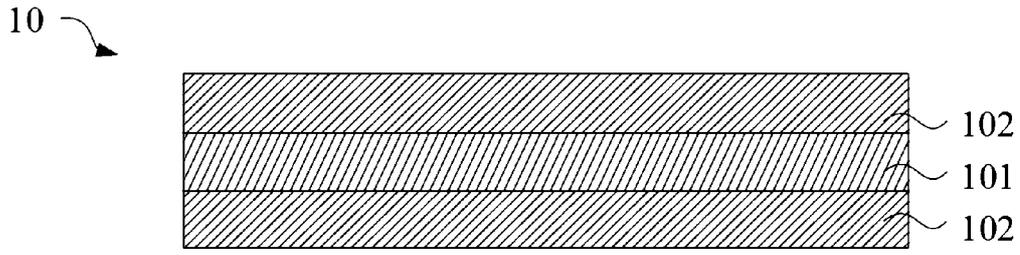
представляет собой  $\begin{array}{c} \text{x} \\ | \\ \text{---Si---} \\ | \\ \text{x} \end{array}$ , группа  $\text{R}_2$  представляет собой одно или более из

$\begin{array}{c} \text{x} \\ | \\ \text{---N---} \end{array}$  или  $\text{---O---}$ ,  $n$  представляет собой положительное целое число, которое больше или равняется 1, а  $x$  представляет собой одно или более из  $\text{---H}$ ,  $\text{---SiH}_3$  или  $\text{---NH}_2$ .

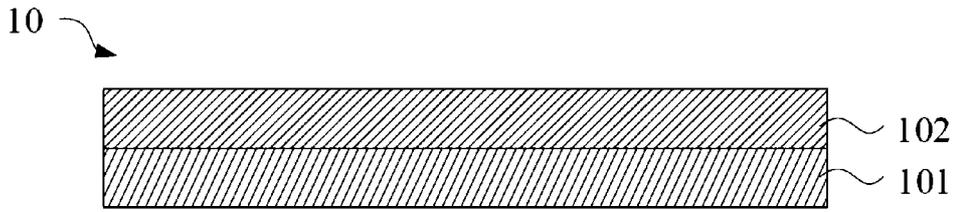
19. Способ изготовления панели отображения по п. 18, отличающийся тем, что после этапа размещения слоя светоизлучающего устройства на матричной

подложке способ дополнительно включает этап осаждения неорганического слоя на одной стороне слоя светоизлучающего устройства на удалении от матричной подложки.

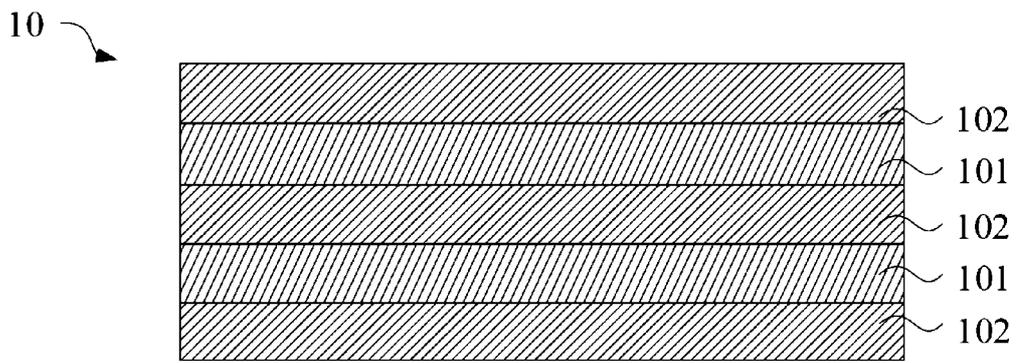
20. Способ изготовления панели отображения по п. 19, отличающийся тем, что после этапа размещения слоя светоизлучающего устройства на матричной подложке способ дополнительно включает этап осаждения органического слоя на одной стороне неорганического слоя на удалении от матричной подложки.



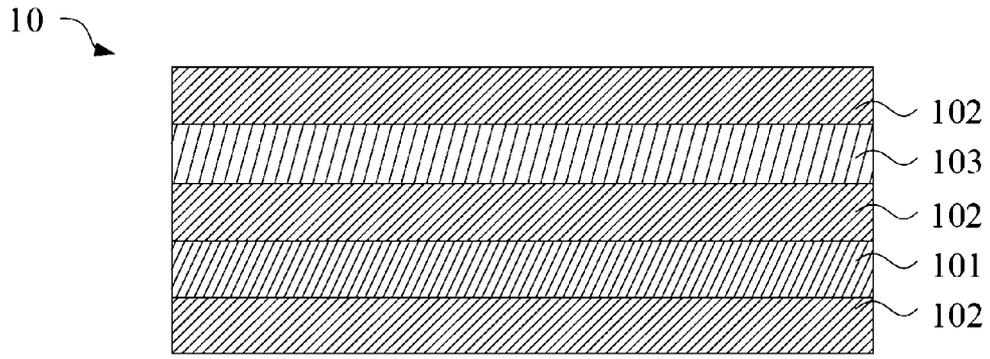
Фиг. 1



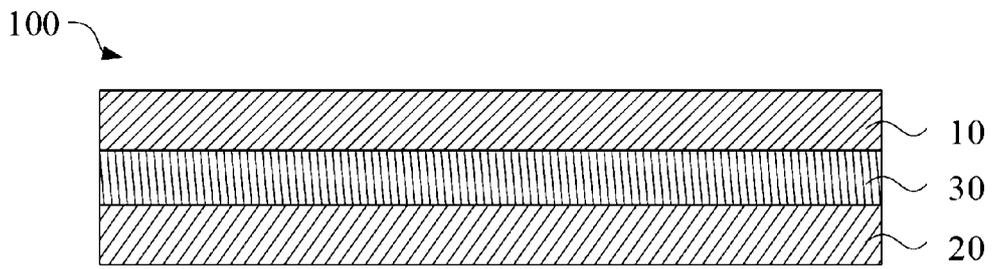
Фиг. 2



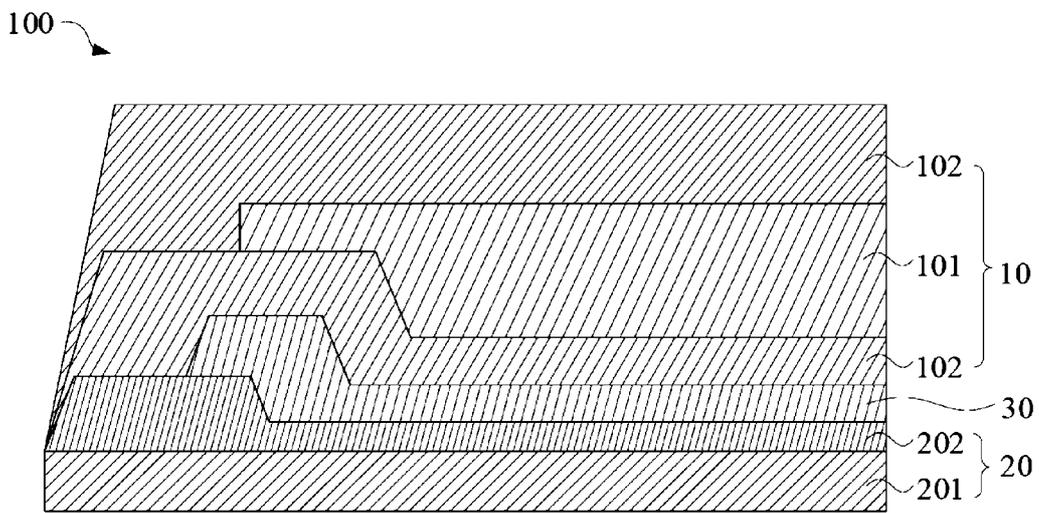
Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7