

ОКП 237820

УДК 776.3.665.225

Группа Э10

УТВЕРЖДАЮ

Директор ЗАО "Фраст-М"

\_\_\_\_\_ Д.Б. Аскеров

" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2010 г.

**СЕРИЯ ПОЗИТИВНЫХ ФОТОРЕЗИСТОВ  
ФП-4-04МА, ФП-4-04МВ, ФП-4-04МС  
ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ**

**ТУ 2378-011-29135749-2010**

Дата введения \_\_\_\_\_

**Срок действия: не ограничен.**

<b>СОГЛАСОВАНО</b>	<b>РАЗРАБОТАНО</b>
Директор ЗАО «Элма-Хим» _____ И.Н. Агафонова « ____ » _____ 2010 г.	Вед. технолог ЗАО «Фраст-М» _____ И.Е. Сулейманов « ____ » _____ 2010 г.
Директор ООО «Редхимкомплект» _____ В.В. Зацепилин « ____ » _____ 2010 г.	Фотолитограф ЗАО «Фраст-М» _____ В.И. Юдина « ____ » _____ 2010 г.

г. Москва

2010

# СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b>	<i>стр. 5</i>
<b>1. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ</b>	<i>стр. 6</i>
1.1. Характеристики	<i>стр. 6</i>
1.2. Требования к хранению	<i>стр. 6</i>
1.3. Маркировка	<i>стр. 6</i>
1.4. Упаковка	<i>стр. 7</i>
<b>2. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ</b>	<i>стр. 8</i>
<b>3. ПРАВИЛА ПРИЕМКИ</b>	<i>стр. 9</i>
3.1. Приемо-сдаточные испытания	<i>стр. 9</i>
3.2. Типовые испытания	<i>стр. 10</i>
<b>4. МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ</b>	<i>стр. 10</i>
4.1. Общие положения	<i>стр. 10</i>
4.2. Методы отбора проб	<i>стр. 11</i>
4.3. Контроль внешнего вида фоторезиста	<i>стр. 11</i>
4.3.1. Оборудование и материалы	<i>стр. 11</i>
4.3.2. Проведение испытания	<i>стр. 11</i>
<b>4.4 Определение внешнего вида пленки фоторезиста</b>	<i>стр. 12</i>
4.4.1. Принцип определения	<i>стр. 12</i>
4.4.2. Оборудование и материалы	<i>стр. 12</i>
4.4.3. Подготовка к испытанию	<i>стр. 13</i>
4.4.3.1. Подготовка поверхности подложки	<i>стр. 13</i>
4.4.3.2. Формирование термического окисла кремния	<i>стр. 13</i>
4.4.3.3. Формирование пленки фоторезиста	<i>стр. 15</i>
4.4.3.4. Проведение испытания	<i>стр. 15</i>
<b>4.5 Определение разрешающей способности</b>	<i>стр. 15</i>
4.5.1. Оборудование и материалы	<i>стр. 15</i>
4.5.2. Подготовка к испытанию	<i>стр. 16</i>

4.5.2.1. Приготовление проявителя	стр. 16
4.5.2.2. Проведение испытания	стр. 17
<b>4.6 Определение кинематической вязкости</b>	стр. 18
<b>4.7 Определение толщины пленки</b>	стр. 18
<b>4.7.1. Оптические методы</b>	стр. 19
<b>4.7.1.1. Оптический метод 1</b>	стр. 19
4.7.1.1.1 Оборудование и материалы	стр. 19
4.7.1.1.2 Подготовка к испытанию	стр. 20
4.7.1.1.3 Проведение испытания	стр. 20
4.7.1.1.4 Обработка результатов	стр. 20
<b>4.7.1.2. Оптический Метод 2</b>	стр. 21
4.7.1.2.1 Принцип измерения	стр. 21
4.7.1.2.2 Оборудование и материалы	стр. 23
4.7.1.2.3 Подготовка к испытаниям	стр. 23
4.7.1.2.4 Проведение испытания	стр. 23
4.7.1.2.5 Обработка результатов	стр. 24
<b>4.7.2.Профилографический метод</b>	стр. 24
4.7.2.1. Принцип измерения	стр. 24
4.7.2.2. Оборудование	стр. 25
4.7.2.3. Проведение испытания	стр. 25
4.7.2.4. Обработка результатов	стр. 25
<b>4.8. Определение устойчивости пленки фоторезиста к проявителю</b>	стр. 26
4.8.1. Оборудование, реактивы	стр. 26
4.8.2. Проведение испытания	стр. 26
4.8.3. Обработка результатов	стр. 26

<b>5. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ</b>	<i>стр. 26</i>
5.1. Транспортирование	<i>стр. 26</i>
5.2. Хранение	<i>стр. 26</i>
<b>6. УКАЗАНИЯ ПО ПРИМЕНЕНИЮ</b>	<i>стр. 26</i>
<b>7. ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ</b>	<i>стр. 27</i>
Приложение 1. Перечень документов	<i>стр. 28</i>
Приложение 2. Перечень оборудования и материалов	<i>стр. 30</i>
Приложение 3. Образец паспорта	<i>стр. 34</i>
Приложение 4. Примеры расчета толщины пленки	<i>стр. 37</i>
<b>ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ.</b>	<i>стр. 38</i>

## **ВВЕДЕНИЕ.**

*Настоящие технические условия разработаны на серию позитивных фоторезистов ФП-4-04мА, ФП-4-04мВ, ФП-4-04мС именуемые в дальнейшем как «Фоторезисты», предназначены для использования в качестве защитного светочувствительного материала в фотолитографических процессах при изготовлении полупроводниковых приборов, интегральных схем, металлизированных шаблонов, шкал, сеток, печатных плат и др.*

*Позитивные фоторезисты ФП-4-04мА, ФП-4-04мВ, ФП-4-04мС представляет собой композицию состава:*

*Светочувствительный продукт,  
Фенол и крезолоформальдегидные смолы*

*Растворители:*

- 1-Метокси-2-пропилацетат. (Метоксипропилацетат) экологически безвреден, биологически разлагается.*

*Метоксипропилацетат раздражает слизистые оболочки глаз. При контакте с кожей раздражение отсутствует.*

*Метоксипропилацетат - ПДК в воздухе рабочей зоны 275 мг/м<sup>3</sup>, 3 класс опасности по ГОСТ 12.1.005-88.*

*Правила установления допустимых выбросов вредных веществ в атмосферу определяют по ГОСТ 17.2.3.02-78 "Охрана природы. Атмосфера".*

*Условное обозначение продукта при заказе и в технической документации:*

*"Фоторезист позитивный ФП-4-04мА, ТУ 2378-011-29135749-2010", или*

*"Фоторезист позитивный ФП-4-04мВ, ТУ 2378-011-29135749-2010", или*

*"Фоторезист позитивный ФП-4-04мС, ТУ 2378-011-29135749-2010".*

*Документы, на которые в соответствующих разделах ТУ даны ссылки, следует применять с настоящими техническими условиями.*

## 1. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ.

Фоторезист должен быть изготовлен в соответствии с требованиями настоящих технических условий по технологической документации, утвержденной в установленном порядке.

### 1.1. Характеристики (свойства).

Фоторезист должен соответствовать требованиям и нормам, указанным в таблице. 1.

Таблица 1. Параметры «Фоторезистов»

№ п/п	Наименование параметров и характеристик	Норма		
		ФП-4-04мА	ФП-4-04мВ	ФП-4-04мС
1	Внешний вид	Прозрачная жидкость красно-коричневого цвета, без осадка		
2	Внешний вид пленки	Прозрачная, блестящая, без разрывов		
3	Минимальная ширина воспроизводимого элемента, мкм.	0,5	1,2	1,8
4	Кинематическая вязкость при температуре $20,0 \pm 0,5$ °С, сСт	5,0÷9,5	18,2÷28,3	24,0÷34,3
5	Толщина пленки фоторезиста, мкм	0,4÷0,6	1,35÷1,65	1,8÷2,2
6	Устойчивость пленки фоторезиста к проявителю, мин, не менее*	30	30	30

\* - Проявитель УПФ-1Б, разбавленный в соответствии с инструкцией.

### 1.2 Требования к хранению.

Минимальный срок гарантийного хранения Фоторезиста 6 месяцев при условии хранения его в таре предприятия-изготовителя в закрытом отапливаемом помещении, снабженном приточно-вытяжной вентиляцией, при температуре  $(20 \pm 5)$  °С и относительной влажности воздуха не более 80%.

### 1.3 Маркировка.

На каждую бутылку должна быть наклеена этикетка, на которой указывают:

- ◆ наименование предприятия-изготовителя;
- ◆ наименование продукта;
- ◆ массу нетто;
- ◆ номер партии;

- ◆ дату изготовления;
- ◆ штамп отдела технического контроля (ОТК);
- ◆ условное обозначение номера ТУ;
- ◆ гарантийный срок хранения.
- ◆ На отдельной этикетке в соответствии с ГОСТ 19433-88 указывают знак опасности.

#### **1.4 Упаковка.**

Транспортную тару маркируют в соответствии с ГОСТ 14192-96 с дополнительными надписями:

- ◆ наименования предприятия-изготовителя;
- ◆ наименования продукта;
- ◆ количества упакованных в транспортную тару мест и массу нетто каждого места;
- ◆ массы брутто;
- ◆ номера партии;
- ◆ даты изготовления.
- ◆ В соответствии с ГОСТ 14192-96 указывают манипуляционные знаки: "Хрупкое. Осторожно", "Беречь от нагрева", "Беречь от влаги", "Беречь от излучения", "Верх".
- ◆ По ГОСТ 19433-88 указывают знак опасности и классификационный шифр 3212.

Фоторезист расфасовывают и упаковывают в стеклянные бутылки коричневого цвета БВ-1-1000, со светозащитными свойствами, с навинчивающимися крышками из полимерных материалов и полиэтиленовыми прокладками, изготовленными по ГОСТ Р 51477-1999, без обертывания в светонепроницаемую бумагу.

Фоторезист в потребительской таре помещают в ящики из гофрированного картона для химической продукции по ГОСТ 13841-95

Бутылки в ящике снизу, сверху и в вертикальных плоскостях уплотняют гофрированным картоном (ГОСТ 7376-89) или пенополиуретаном в виде гнезд, исключая возможность перемещения внутри ящика.

В каждый ящик со стороны крышки вкладывают упаковочный лист с указанием:

- ◆ наименования предприятия-изготовителя;

- ◆ наименования продукта;
- ◆ номера партии и даты изготовления;
- ◆ количества и массы нетто упакованных в ящик мест;
- ◆ условного обозначения ТУ.

*Картонные ящики с продуктом склеивают бумажными или полиэтиленовыми лентами с липким слоем (ГОСТ 20477-86).*

*Каждую партию фоторезиста или часть партии, отгружаемую потребителю, сопровождают паспортом.*

*Образец паспорта приведен в Приложении 3.*

## **2 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ.**

*Фоторезист - легковоспламеняющаяся жидкость. Температура вспышки в открытом тигле 11 °С. Температура самовоспламенения 340°С. Температурные пределы воспламенения: нижний – 4°С, верхний – 58°С. Область воспламенения 1,8-23,4 объемных процентов (определение проводят по ГОСТ 12.1.044-89)*

*Все электрооборудование и освещение помещения при изготовлении Фоторезиста должно быть выполнено во взрывобезопасном исполнении. В помещении, где применяется Фоторезист, запрещается использование открытых источников нагревания.*

*Средства пожаротушения: химическая пена, тонкораспыленная вода, воздушно-механическая пена, газовые огнегасительные составы.*

*Фоторезист - вещество умеренно опасное, 3 класс опасности по ГОСТ 12.1.005-88.*

*Раздражает слизистые оболочки глаз. При контакте с кожей раздражение отсутствует.*

*При работе с фоторезистом контроль над состоянием воздуха рабочих помещений следует вести по метоксипропилацетату. Периодичность контроля определяют по ГОСТ 12.1.005-88.*

*Метоксипропилацетат - ПДК в воздухе рабочей зоны 275 мг/м<sup>3</sup>, 3 класс опасности по ГОСТ 12.1.005-88.*

*Технологический процесс изготовления Фоторезиста должен быть автоматизирован, а оборудование герметизировано.*

*Помещение, где проводится работа с продуктом, должно быть оборудовано общеобменной приточно-вытяжной вентиляцией обеспечивающей ПДК в соответствии с ГОСТ 12.1.005-88. В местах возможного выделения вредных веществ должны быть оборудованы местные вентиляционные отсосы.*

*Каждую смену проводить влажную уборку помещения.*



*Перед работой рекомендуется наносить на кожу рук защитные кремы.*

*При отборе проб, испытании и применении фоторезиста следует применять индивидуальные средства защиты (резиновые перчатки, защитные очки, спецодежда) в соответствии с ГОСТ 12.4.011-89 и ГОСТ 12.4.103-83, а также соблюдать правила личной гигиены.*

*При попадании на кожу фоторезист необходимо снять ватным тампоном и тщательно вымыть участок кожи водой с мылом.*

*При производстве Фоторезиста сточные воды не образуются. Фоторезист и входящие в него компоненты не образуют токсичных соединений в воздушной среде и в присутствии других веществ.*

*Уничтожают отходы Фоторезиста сжиганием. Сжигание рекомендуется проводить в печах камерного типа или циклонно - плавильных агрегатах (ЦПА) при температуре 850-1000 °С с последующим пропуском отходящих газов через скрубберы, орошаемые 2-20 %-ным раствором щелочи. Абсорбент из скруббера следует направлять на сжигание в ЦПА, а сплав солей из ЦПА - в шламоотвал.*

### **3 ПРАВИЛА ПРИЕМКИ**

*Фоторезист поставляют с приемкой отделом технического контроля (ОТК).*

*Для проверки Фоторезиста на соответствие требованиям настоящих технических условий устанавливают прямо-сдаточные испытания.*

#### **3.1 Приемно-сдаточные испытания.**

*На испытания и приемку Фоторезист предъявляют партиями, упакованными в соответствии с п.1.4 настоящих ТУ.*

*За партию принимают количество однородного по своим качественным показателям фоторезиста, полученного в результате одного технологического цикла и оформленного одним документом о качестве. Масса партии каждого фоторезиста должна быть не более 500 кг.*

*Порядок отбора проб на приемно-сдаточные испытания в соответствии с ГОСТ 3885-73.*

*Масса средней пробы фоторезиста должна быть 600 г. Состав и последовательность приемно-сдаточных испытаний приведены в таблице 2.*

*Партию Фоторезиста считают выдержавшей приемно-сдаточные испытания, если по всем видам испытаний получены положительные результаты.*

При получении отрицательных результатов испытаний хотя бы по одному из показателей, установленных в ТУ, проводят повторные испытания по всем показателям, в соответствии с таблицей 2 на пробе, отобранной от удвоенного количества упаковочных единиц той же партии Фоторезиста.

В технически обоснованных случаях допускается повторные испытания проводить только по тому виду испытаний, по которому получены отрицательные результаты.

Результаты повторных испытаний являются окончательными и распространяются на всю партию.

Партию фоторезиста, не выдержавшую повторных испытаний, забраковывают и изолируют от годных партий.

Таблица 2

№ п/п	Вида и последовательность испытаний	Номер пункта	
		Технических требований	Методов испытаний
1	Определение внешнего вида фоторезиста	1	4.3
2	Определение внешнего вида пленки	2	4.4
3	Определение минимальной ширины воспроизводимого элемента	3	4.5
4	Определение кинематической вязкости	4	4.6
5	Определение толщины пленки фоторезиста	5	4.7
6	Определение устойчивости пленки фоторезиста к проявителю	6	4.8

Партии Фоторезиста, прошедшие приемо-сдаточные испытания с положительными результатами, считаются принятыми, их упаковывают, клеймят и сдают на склад готовой продукции.

### **3.2 Типовые испытания.**

Типовые испытания проводят по ГОСТ РВ 15.307-77

## **4 МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ.**

### **4.1 Общие положения.**

Общие указания по проведению испытаний в соответствии с ГОСТ 27025-86.

Испытания Фоторезиста проводят в следующих климатических условиях:

- температура воздуха  $18 \div 25$  °С;

- относительная влажность воздуха в пределах 40÷60%;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа (630-800 мм рт.ст.)

При отборе проб и испытаниях фоторезист следует оберегать от воздействия дневного света, света люминесцентных ламп и ламп накаливания.

Рабочим (не актиничным) освещением является освещение, фильтрованное через стекло органическое техническое оранжевое или красное толщиной 4÷5 мм по ГОСТ 17622-72.

#### **4.2 Методы отбора проб.**

Отбор проб Фоторезиста проводят по ГОСТ 3885-73 с помощью толстостенной трубки.

Среднюю пробу тщательно перемешивают, делят на две равные части - лабораторную и контрольную пробы и помещают в чистые сухие бутылки из коричневого стекла БВЛ-400 или БВЛ-500 по ТУ 6-09-5472-90 с навинчивающимися крышками и полиэтиленовыми прокладками по ТУ 6-09-5311-89.

На бутылки наклеивают этикетку со следующим содержанием:

- ◆ наименование предприятия-изготовителя;
- ◆ номер партии;
- ◆ наименование продукта;
- ◆ номер или вид пробы;
- ◆ дата отбора пробы;
- ◆ фамилия пробоотборщика.

Лабораторную пробу используют для проведения испытаний, контрольную хранят в условиях, обеспечивающих сохранность продукта в течение 6 месяцев для арбитражного контроля.

#### **4.3 Контроль внешнего вида Фоторезиста**

##### **4.3.1. Оборудование, материалы, реактивы**

- Люксметр Ю-116, ТУ 25-04-3098-76 или аналогичный
- Воронка В-36-80 ХС по ГОСТ 25336-82
- Цилиндр 1-10 по ГОСТ 1770-74

##### **4.3.2. Проведение испытания.**

Внешний вид Фоторезиста оценивают визуально. 5÷7 см<sup>3</sup> фоторезиста наливают через воронку В-36-80 ХС ГОСТ 25336-82 в цилиндр 1-10 ГОСТ 1770-74 и рассматривают в проходящем дневном свете при освещенности не менее 2000 лк.

Допускается использование люминесцентных ламп дневного или белого свечения.

Внешний вид Фоторезиста должен соответствовать требованиям п.1 таблицы 1 настоящих технических условий.

Для дальнейших испытаний эта порция фоторезиста непригодна.

#### **4.4 Определение внешнего вида пленки фоторезиста.**

##### **4.4.1 Принцип определения.**

Метод основан на визуальном осмотре пленки фоторезиста на наличие комет, темных и светлых точек, пятнистости, видимых невооруженным глазом в отраженном свете, направленном под углом к поверхности пластины.

##### **4.4.2 Оборудование и материалы.**

- ◆ Электропечь диффузионная СДО-125/3-15, ДЕМ 3.017.03110 или аналогичная.
- ◆ Устройство для нанесения фоторезиста в скафандре ЦНФ-6ц-Д-130-3, ДЕМ 3.281.008 или аналогичное.
- ◆ Пластины монокристаллического кремния диаметром 40, 60, 76 или 100 мм.
- ◆ Шкаф сушильный электрический, обеспечивающий температуру нагрева от 60 до 200 °С с точностью  $\pm 3$  °С.
- ◆ Термометр технический стеклянный ТТП №6 по ТУ 25-2021.010-89 или аналогичный.
- ◆ Шприц "Sartorius" SM 16620 с фильтродержателем SM 16214 или аналогичный.
- ◆ Ротаметр РМ-А-0,063 ГУЗ по ГОСТ 13045-81 с регулятором расхода воздуха РРВ-1.
- ◆ Секундомер механический СОПр.-2А-3 по ГОСТ 5072-79 или аналогичный.
- ◆ Пинцет лабораторный по ТУ 45-6А0.005.088 ТУ-86 или аналогичный.
- ◆ Труба кварцевая, черт. В 19.40.417.001 НИОПИК или аналогичная.
- ◆ Лодочка кварцевая, черт. В 19.40.418.001 НИОПИК или аналогичная.
- ◆ Крюк кварцевый, черт. В 19.40.419.001 НИОПИК или аналогичный.
- ◆ Подставка кварцевая, черт. В 19.40.420.001 НИОПИК или аналогичная.
- ◆ Барботер, черт. В 19.40.421.001 НИОПИК или аналогичный.
- ◆ Фильтры "Владипор" типа МФЦ N2 по ТУ 6-05-1978-84, допускается использование других, стойких к органическим растворителям фильтров с диаметром пор не более 0,5 мкм.
- ◆ Бязь хлопчатобумажная (отбеленная) по ГОСТ 29298-92, салфетки размером 100х100 мм.
- ◆ Вата хлопчатобумажная.

- ◆ Спирт этиловый ректифицированный технический по ГОСТ 18300-87, высший сорт.
- ◆ Вода дистиллированная по ГОСТ 6709-72.
- ◆ Кислород газообразный технический по ГОСТ 5583-78 изм. 1,2,3,4.

#### **4.4.3 Подготовка к испытанию.**

##### **4.4.3.1 Подготовка поверхности подложки.**

В качестве подложки используют пластину монокристаллического кремния, на поверхности которой формируют термический окисел кремния.

Кварцевую трубу перед проведением процесса окисления кремниевых пластин промывают этиловым спиртом с помощью ватного тампона, покрытого батистовой салфеткой; рабочий стол, пинцет, крюк кварцевый, лодочку кварцевую и подставку тщательно протирают батистовой салфеткой, смоченной этиловым спиртом.

Рабочий стол, лодочку и подставку протирают один раз в начале работы, крюк и пинцет протирают перед загрузкой и выгрузкой каждой партии пластин.

Расход спирта на подготовительные работы  $300 \text{ см}^3$ .

Включают электропечь в сеть согласно инструкции по эксплуатации.

Готовят систему увлажнения кислорода:

- барботер наполняют дистиллированной водой на две трети высоты, при этом конец трубки соединительного элемента, по которой кислород поступает в барботер, должен быть погружен в воду не менее, чем на 2 см;

- барботер помещают в водяную баню и заполняют баню дистиллированной водой до уровня на 2÷3 см ниже верхнего края бани.

- Баню включают в сеть примерно за 30 мин до начала процесса окисления.

К началу процесса баня должна быть нагрета до кипения.

##### **4.4.3.2. Формирование термического окисла кремния.**

При формировании термического окисла кремния температура в рабочей зоне печи должна быть в пределах  $1100 \div 1150 \text{ }^\circ\text{C}$ .

После выхода печи на рабочий температурный режим (через 1,5÷2 ч после включения печи в сеть) подключают к трубе печи систему подачи кислорода и устанавливают расход кислорода 150 л/ч по ротаметру в соответствии с таблицей или графиком, приведенными в паспорте к ротаметру.

Установленный уровень расхода поддерживают постоянным на протяжении всего процесса окисления.

Продувают трубу кислородом в течение 10 мин.

Лодочку для пластин помещают на подставку. Каждую пластину берут пинцетом за краевую область, не далее 3 мм, и устанавливают в лодочку таким образом, чтобы при проведении процесса окисления нерабочая поверхность пластины была обращена к потоку кислорода.

Постепенно, в течение  $1,5 \div 2,0$  мин с помощью кварцевого крюка подвигают лодочку с пластинами в рабочую зону печи.

В течение  $(10 \pm 1)$  мин продувают трубу сухим кислородом.

С помощью соединительного элемента подключают к трубе систему увлажнения и в течение  $(45 \pm 1)$  мин продувают трубу кислородом, предварительно пропущенным через барбатер с дистиллированной водой.

- Отключают от трубы систему увлажнения кислорода.

- В течение  $(10 \pm 1)$  мин продувают трубу сухим кислородом.

- Отключают подачу кислорода.

С помощью кварцевого крюка медленно, в течение  $1,5 \div 2,0$  мин, выдвигают лодочку с пластинами из рабочей зоны печи на подставку и выдерживают на воздухе не менее 30 мин для охлаждения.

Каждую пластину берут пинцетом за краевую область, не далее 3 мм, и визуально осматривают рабочую поверхность пластины.

Пригодной для работы считают пластину, на всей рабочей поверхности которой, без учета краевой области, сформирован равномерный блестящий, без пятен, разводов и эрозии слой окисла от красно-фиолетового до зеленовато-желтого цвета, что соответствует толщине окисла  $0,46 \div 0,56$  мкм.

В случае, когда процесс не обеспечивает заданную толщину окисла, допускается варьирование времени пропускания влажного кислорода в диапазоне  $40 \div 60$  мин.

Пригодные для работы пластины помещают в кассету. Пластины, не используемые сразу после окисления, хранят в потребительской таре.

Для испытаний используют свежие окисленные пластины. В случае разрыва во времени между операциями окисления пластин и нанесения фоторезиста более 8 ч прокаливают пластины в электропечи в течение 20 мин при температуре не менее  $800^\circ\text{C}$ .

Кварцевую трубу перед прокаливанием пластин промывают этиловым спиртом с помощью ватного тампона, покрытого батистовой салфеткой; рабочий стол, пинцет, лодочку кварцевую, крюк кварцевый и подставку тщательно промывают батистовой салфеткой, смоченной спиртом.

Расход спирта на подготовительные работы  $300 \text{ см}^3$ .

Допускается прокаливание пластин проводить в электропечи типа СНОЛ-1,6.2,5.1/11-И2 или аналогичной, используя при этом отрезок кварцевой трубы длиной 200 мм.

*Расход спирта 60 см<sup>3</sup> .*

*После проведения прокаливания лодочку с пластинами выдвигают из рабочей зоны печи на подставку и выдерживают на воздухе не менее 30 мин для охлаждения.*

#### **4.4.3.3. Формирование пленки фоторезиста**

*Перед началом работы центрифугу и внутреннюю поверхность скафандра - устройства для нанесения фоторезиста (ЦНФ) тщательно протирают бязевой салфеткой, смоченной этиловым спиртом.*

*Расход спирта 60 см<sup>3</sup> .*

*Каждую пластину извлекают из кассеты пинцетом и закрепляют на центрифуге устройства для нанесения фоторезиста.*

*С помощью шприца через фильтр "Владипор" наносят на пластину 8÷10 капель фоторезиста, дают растечься по поверхности в течение 3÷4 с и включают центрифугу.*

*Время вращения ротора центрифуги составляет 60 сек, при частоте вращения 3000±300 мин<sup>-1</sup>.*

*Пластины со сформированной пленкой с помощью пинцета устанавливают в кассету и выдерживают:*

- ◆ в скафандре при температуре 18÷23 °С в течение 20 мин;*
- ◆ в сушильном шкафу при температуре (95±3) °С в течение 30 мин;*
- ◆ в скафандре при температуре 18÷23 °С не менее 30 мин.*

#### **4.4.3.4. Проведение испытания.**

*Внешний вид пленки Фоторезиста определяют визуально на двух пластинах в рассеянном свете под разными углами зрения.*

*Результаты испытания считают положительными, если в пленке отсутствуют сыпь, муть, разрывы и внешний вид пленки соответствует требованиям п.2 табл. 1 настоящих ТУ.*

### **4.5. Определение разрешающей способности пленки фоторезиста.**

*Разрешающую способность пленки Фоторезиста (минимальную ширину воспроизводимого элемента) определяют путем получения контактным способом изображения фотошаблона - теста, по которому с помощью микроскопа контролируют геометрическую форму элементов, выполнение их в пределах допуска и чистоту проявления.*

#### **4.5.1. Оборудование и материалы**

- ◆ Установка совмещения и экспонирования (УСЭ) типа ЭМ-576.Я2М2.252.131 или аналогичная.*

- ◆ УФ-радиометр, позволяющий замерить: освещенность в пределах 40000÷50000 лк, энергетическую освещённость 10÷40000 мВт/м<sup>2</sup> или аналогичный.
- ◆ Микроинтерферометр Линника МИИ-4 по ТУ 3-3.1145-81 или аналогичный.
- ◆ Устройство для нанесения фоторезиста в скафандре ЦНФ по ДЕМ 3.281.008 или аналогичное.
- ◆ Фотошаблон-тест, черт. И 6М7.409.557 НИИМЭ.
- ◆ Весы лабораторные 2 класса точности с пределом взвешивания до 200 г по ГОСТ 24104-2001 или аналогичные.
- ◆ Баня водяная лабораторная одноместная по ТУ 10-23-28-87.
- ◆ Секундомер механический по ТУ 25-1819.0021-90.
- ◆ Пинцет лабораторный по ТУ 45-6АО.005.088 ТУ-86 или аналогичный.
- ◆ Термометр лабораторный №2 с диапазоном измерения температуры от 0 до 100 °С и ценой деления шкалы 1 °С по ТУ 25-2021.003-88 или аналогичный.
- ◆ Бязь хлопчатобумажная (отбеленная) по ГОСТ 11680-76, салфетки размером 100х100 мм.
- ◆ Батист отбеленный по ГОСТ 8474-80, салфетки размером 100 х 100 мм.
- ◆ Фильтры бумажные обеззоленные "синяя лента" по ТУ 6-09-1678-86.
- ◆ Банка полиэтиленовая с прокладкой и крышкой БЦ -1000 по ТУ 6-19-110-78.
- ◆ Колба 2-1000-2 ГОСТ 1770-74.
- ◆ Спирт этиловый ректифицированный технический по ГОСТ 18300-87, высший сорт.
- ◆ Вода дистиллированная по ГОСТ 6709-72.
- ◆ Вода деионизованная по ОСТ 11.029.003-80.

#### **4.5.2. Подготовка к испытанию.**

##### **4.5.2.1. Приготовление проявителя.**

В качестве проявителя используют буферный проявитель УПФ-1Б по ТУ 2378-007-29135749-2007 (далее проявитель).

Проявитель УПФ-1 Б является концентратом, который перед применением необходимо разбавить водой. Проявитель разбавляют дистиллированной водой по ГОСТ 6709-72 или деионизованной водой по ОСТ 11.029.003-80 (марка А или марка Б) в соотношении: 1 часть проявителя на 3 части воды. Погрешность приготовления раствора 0,02%.

Навеску проявителя взвешивают с погрешностью не более 0,001 г, переносят в мерную колбу вместимостью 1000 см<sup>3</sup> и добавляют дистиллированную или деионизованную воду до получения указанного выше соотношения. Полученный раствор тщательно перемешивают.



*Хранят разбавленный проявитель в полиэтиленовой банке с прокладкой и крышкой типа БЦ-1000 по ТУ 6-19-100-78.*

*Срок годности готового проявителя 5 суток.*

#### *4.5.2.2 Проведение испытания.*

*Испытания проводят на пластинах, подготовленных по п.4.4.3 в количестве не менее пяти штук.*

*Пленку фоторезиста экспонируют на установке УСЭ через фотошаблон-тест согласно инструкции по эксплуатации установки.*

*Фотошаблон-тест, шаблондержатель и другие доступные элементы устройства совмещения установки протирают батистовыми салфетками, смоченными спиртом.*

*Расход спирта 60 см<sup>3</sup>.*

*Время экспонирования и проявления зависит от типа источника освещения, величины освещенности и толщины пленки фоторезиста. Оптимальные время экспонирования и время проявления устанавливаются экспериментально.*

*За оптимальное время принимают то время, при котором на проявленных элементах не остается следов фоторезиста, ширина и геометрическая форма проявленных элементов соответствуют ширине и геометрической форме элементов фотошаблона-теста.*

*Прозэкспонированную пленку проявляют, погружением пластины на 5÷45 сек в ванну с 50 см<sup>3</sup> проявителя при температуре 19÷21 °С, слегка покачивая пластину пинцетом. Пластины с проявленной пленкой фоторезиста промывают водой и сушат на центрифуге устройства ЦНФ при частоте вращения ротора центрифуги 3000 об/мин в течение 60 сек.*

*Полученное изображение фотошаблона-теста рассматривают на микроинтерферометре при 500-кратном увеличении. В поле зрения микроскопа вводят группу из трех прямоугольников фрагмента № 4 фотошаблон-теста (рис. 1).*

*Рассматривают группу из трех прямоугольников ("вилку") с неискаженной геометрической формой, находящуюся в столбце, соответствующем отклонению от номинального значения на фотошаблоне-тесте и строке 2. Если в паспорте на фотошаблон-тест отмечено отклонение размера элемента в "+", то определение проводят в темнопольном изображении фрагмента № 4 фотошаблон-теста, а при отклонении размера в "-" на светлопольном. Контроль отклонения размеров производят по взаимному расположению длинных сторон верхнего и нижнего прямоугольников.*

*Если размеры выполнены вне допуска  $\pm 0,3$  мкм относительно фотошаблона-теста, то наблюдается одновременное перекрытие между продолжениями длинных сторон прямоугольников 1,3 и 2,3 или*

наличие зазоров между ними (рис. 2). Во всех остальных случаях размер выполнен в пределах допуска.

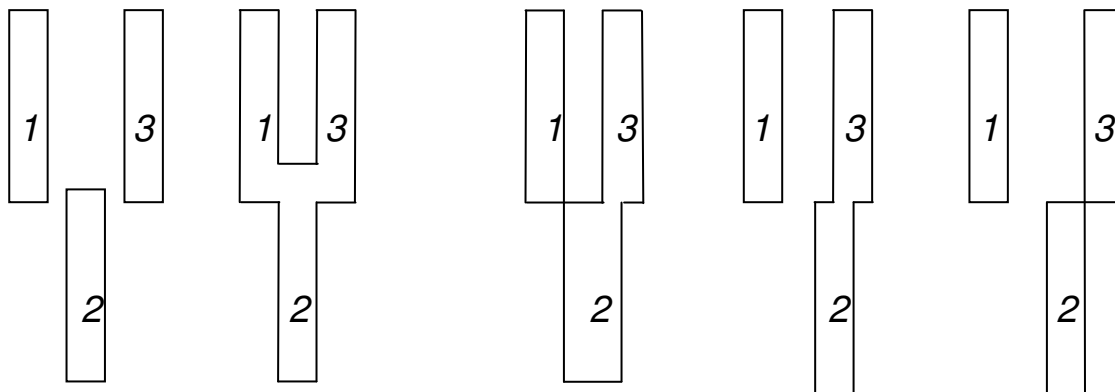


Рис.1.

Рис.2

Результаты испытаний считают положительными, если при визуальной оценке на проявленных элементах нет следов фоторезиста, пленка фоторезиста не имеет дефектов, размер элементов выполнен в пределах допуска и соответствует требованиям п.3 табл. 1 настоящих технических условий.

#### **4.6. Определение кинематической вязкости фоторезиста.**

Кинематическую вязкость фоторезиста определяют по ГОСТ 33-2000 при температуре  $(20,0 \pm 0,5) ^\circ\text{C}$  с помощью вискозиметра ВПЖ-2 ГОСТ 10028-81 (для ФП-4-04мА диаметр капилляра 0,99 мм; для ФП-4-04мВ и ФП-4-04мС диаметр капилляра 1,31 мм). При этом  $15 \div 20 \text{ см}^3$  фоторезиста наливают с помощью цилиндра 1-25 ГОСТ 1770-74 через воронку В-36-80 ХС ГОСТ 25336-82 в широкое отверстие вискозиметра.

Для дальнейших испытаний эта порция фоторезиста непригодна.

После определения вязкости вискозиметр тщательно моют этилцеллозольвом, ацетоном, водой и хромовой смесью, приготовленной из двуххромовокислого калия по ГОСТ 4220-75 и серной кислоты по ГОСТ 4204-77. Затем многократно промывают дистиллированной водой по ГОСТ 6709-72, ополаскивают этиловым спиртом по ГОСТ 18300-87 и сушат в слабом потоке очищенного воздуха. Расход спирта  $15 \text{ см}^3$ .

Результаты испытаний считают положительными, если кинематическая вязкость фоторезиста соответствует требованиям п.4 таблицы 1 настоящих технических условий.

#### **4.7. Определение толщины пленки фоторезиста**

Определение толщины пленки фоторезиста проводят любым из трех предложенных далее методов, после сушки пленки, экспонирования и проявления рисунка.

Первые два метода (Метод 1 и Метод 2) являются оптическими. Используется микроинтерферометр Линника, типа МИИ-4 или аналогичный. Метод 3 использует профилограф-профилометр.

Толщина пленки фоторезиста является определяющей в процессах фотолитографии и на практике может представляться геометрической толщиной в мкм. (по методам 1 и 3), или в числах длин волн, укладываемых в оптическую толщину пленки (по Методу 2).

При сушке пленки меняется содержание остаточных растворителей, показатель преломления ( $N_d$ ), геометрическая толщина ( $D$ ). Таким образом, геометрическая толщина пленки только косвенно определяет свойства фоторезиста.

Оптическая толщина пленки  $2nd$  может быть определена независимо от состояния пленки фоторезиста после сушки по числу длин волн, укладываемых в оптическую толщину пленки (по Методу 2).

#### **4.7.1 Оптические методы.**

При испытаниях руководствуются инструкцией по эксплуатации микроинтерферометра МИИ-4.

Погрешность интерференционных измерений линейных размеров указана в паспорте прибора и является наименьшей из всех известных методов измерений размеров и длин, сопоставимых с длиной волны в видимой области спектра.

##### **4.7.1.1 Оптический метод 1.**

Метод предназначен для определения толщины пленки фоторезиста на микроинтерферометре.

Метод основан на измерении сдвига интерференционных полос, образующихся при взаимодействии двух световых пучков, один, из которых отражается от поверхности пленки алюминия, напыленной на пленку фоторезиста, а другой - от поверхности пленки алюминия, напыленной на подложку.

##### **4.7.1.1.1 Оборудование и материалы.**

Пост вакуумный универсальный ВУП-4 по ТУ 25-05-1771-75 или аналогичный, позволяющий напылять пленку алюминия толщиной 0,1-0,2 мкм.

Микроинтерферометр Линника МИИ-4 по ТУ 3-3.1145-81 или аналогичный.

Проволока вольфрамовая марки ВА по ОСТ 11.021-002-76 диаметром 1,0 мм.

Проволока из алюминия марки А-995 по ТУ 48-21-574-77 диаметром 0,35-0,50 мм.

Бязь хлопчатобумажная (отбеленная) по ГОСТ 11680-76, салфетки размером 100x100мм.

Спирт этиловый ректифицированный технический по ГОСТ 18300-87, высший сорт.

#### 4.7.1.1.2. Подготовка к испытанию.

На пластину с изображением рисунка, полученного по п.4.5.2.2. напыляют пленку алюминия толщиной  $0,1 \div 0,2$  мкм согласно инструкции по эксплуатации поста вакуумного универсального. В качестве испарителя используют вольфрамовую проволоку. Перед напылением подколпачное резиновое уплотнение протирают батистовой салфеткой, смоченной этиловым спиртом. Расход спирта  $10 \text{ см}^3$ .

#### 4.7.1.1.3. Проведение испытания.

Толщину пленки фоторезиста (рис. 3) измеряют на микроинтерферометре, руководствуясь инструкцией по эксплуатации.

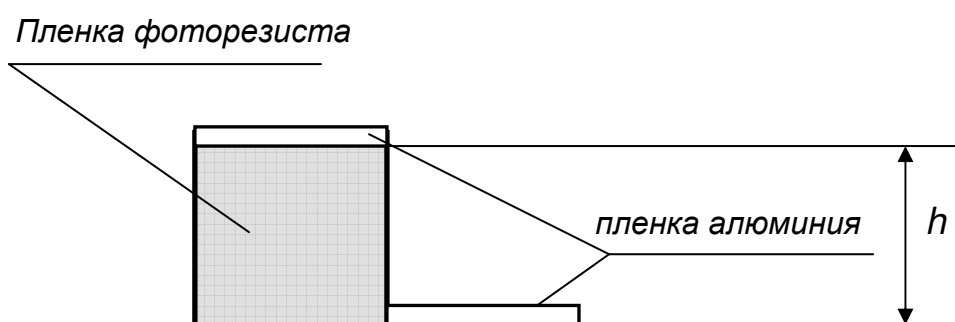


Рис.3. Измерение толщины пленки на микроинтерферометре МИИ-4.

#### 4.7.1.1.4. Обработка результатов

Толщину пленки фоторезиста определяют по формуле:

$$D = 0,27 * \frac{N_1 - N_3}{N_1 - N_2} \quad (1)$$

где  $h$  - толщина пленки фоторезиста, мкм;

$N_1 - N_2$  - величина интервала между полосами, выраженная в делениях барабана окулярного микрометра;

0,27 - коэффициент при работе с белым светом, мкм;

$N_3$  - величина изгиба полосы, выраженная в делениях барабана окулярного микрометра.

Результаты испытания считают положительными, если толщина пленки фоторезиста соответствует п.7 табл.1 настоящих технических условий.

### 4.7.1.2. Оптический Метод 2

Предназначен для определения «толщины пленки» фоторезиста, выраженного в числе длин волн, укладываемых в оптической толщине пленки.

Метод 2 отличается простотой исполнения и пригоден для быстрого экспресс - контроля толщины и воспроизводимости толщин пленок в цеховых условиях

#### 4.7.1.2.1. Принцип измерения

Метод основан на интерференции света в тонких прозрачных пленках на отражение.

Толщина пленки фоторезиста измеряется количеством (числом) заданной длины волны света зондирующего излучения, укладываемой в ее оптическую толщину " $2nd$ ", согласно формулам (1) или (2).

В пленке фоторезиста на кремниевой подложке, методом фотолитографии формируется канавка с наклонным краем, которая становится точным интерференционным прибором - "тонкой пленкой переменной толщины".

В МИИ-4, используемого как микроскоп, на наклонной поверхности края канавки в пленке фоторезиста, наблюдают интерференционные полосы (полосы равной толщины локализованные на наклонной поверхности пленки). Интерференцию наблюдают в зеленом монохроматическом свете интерференционного фильтра осветителя МИИ-4.

Визуально отсчитывают число полос ( $m$ ) интерференции, целых или полуцелых, укладываемых на наклонном участке края канавки от подложки до поверхности пленки фоторезиста. Отсчитывается число интервалов между светлыми полосами, в том числе от светлой подложки (целое число) и последняя половина интервала, если поверхность пленки наблюдается темной (полуцелое число).

При измерении на не окисленном кремнии результат представляют в виде числа  $N = (m - \varphi)$ : от полученного числа ( $m$ ) отнимают  $\varphi=0,5$ .

При измерении на диэлектриках  $\varphi=0$  и результат представляют в виде полученного целого или полуцелого числа ( $m$ ).

Оптическая толщина пленок определяется из выражения:

$$2 * N_d * D = (m - \varphi) * L \quad (2)$$

где:

$D$  - геометрическая толщина пленки фоторезиста, мкм;

$N_d$  - показатель преломления пленки фоторезиста,  $n \approx 1,52$ ;

$m$  - порядок интерференции: целое или полуцелое число длин волн, укладываемых в оптической толщине ( $2 * N_d * D$ ) пленки фоторезиста;

$L$  - длина волны в мкм, зеленого или желтого интерференционного светофильтра в осветителе микроинтерферометра МИИ-4, согласно паспорту; например, у зеленого светофильтра к МИИ-4  $L = 0,534$  мкм или аналогичная длина волны зеленого светофильтра;

$\varphi$  - потеря фазы при отражении света на границе раздела между подложкой и пленкой фоторезиста;

$\varphi = 0,5$  - на не окисленном Si или металлической отражающей поверхности;

$\varphi = 0$  - на диэлектриках: стекло,  $SiO_2$ , и т.п.

Можно видоизменить формулу (2) в формулу (3):

$$N = (m - \varphi) = \frac{2 * n * d}{L} \quad (3)$$

Согласно выражению (2), число длин волн (или полос равной толщины), укладываемых в оптической толщине ( $2 * n * d$ ) пленки фоторезиста не вычисляются, а определяют прямым подсчетом на реальной, пленке (диэлектрическом покрытии) и полученный результат используют как "мера толщины пленки". При этом не нужно определять показатель преломления и геометрическую толщину пленки. При измерениях задается только длина волны монохроматического зондирующего света в видимой области спектра (например: зеленый или желтый в осветителе МИИ-4, длина волны He-Ne ОКГ известная точно как  $0,6328$  мкм, или линии ртутного спектра, свет, отфильтрованный через монохроматор и т.п.).

Значение погрешности визуального определения расстояния между светлой и темной полосой последнего пол-интервала составляет:

- не более  $\pm 1/4$  ширины интерференционной полосы или выраженная в мкм для  $L = 0,534$  мкм и  $n = 1,52$ :

- не более  $L/8n$  согласно формуле (2):

$$\Delta d = \pm \left( \frac{1}{4} * \frac{L}{2n} \right) \approx \pm 0,044 \text{ мкм}$$

При необходимости измеряемая толщина пленки может быть пересчитана в (мкм) по формуле (4), полученной на основании формулы (2):

$$d = \frac{(m - \varphi) * L}{2n} = (m - 0,5) * 0,176 \text{ мкм} \quad (4)$$

где:  $n = 1,52$ ;  $L = 0,534$  мкм;  $\varphi = 0,5$  на не окисленном кремнии.

#### 4.7.1.2.2 Оборудование и материалы

Микроинтерферометр Линника МИИ-4 по ТУ 3-3.1145-81 или аналогичный.

Кремний полированный не окисленный - для полупроводниковых приборов: марка, тип, размер не нормируются.

#### 4.7.1.2.3. Подготовка к испытаниям

На кремниевой полированной не окисленной пластине методом центрифугирования при  $(3000 \pm 300)$  об/мин формируют пленку фоторезиста. Сушат на воздухе 20 мин при комнатной температуре, затем в сушильном шкафу 20 мин при температуре  $(95 \pm 3) ^\circ\text{C}$ . После сушки в шкафу пленку фоторезиста выдерживают на воздухе 20 мин при комнатной температуре и затем направляют на формирование ступеньки с наклонным краем методом фотолитографии.

В пленке фоторезиста, на подложке, методом фотолитографии формируется ступенька или канавка глубиной до подложки, с пологими (наклонными) краями. Длина пологого края ступеньки или канавки должна быть от 5 до 20 толщин пленки фоторезиста и вмещаться в поле зрения МИИ-4 (оценивается визуально по изображению в микроскопе). Ступеньку с пологим (наклонным) краем получают после экспонирования и проявления, "нерезкого края" на границе тени за непрозрачным экраном из металлической фольги. При экспонировании, экран закрывает часть пленки фоторезиста, а его край приподнят, примерно на  $1,5 \div 2,0$  мм от поверхности пленки фоторезиста. Проявление ведут в проявителе.

Проявленную пленку фоторезиста, с полученной ступенькой и с пологим (наклонным) краем (рис. 4) промывают в дистиллированной воде, сушат на центрифуге, а затем направляют на интерференционные измерения толщины.

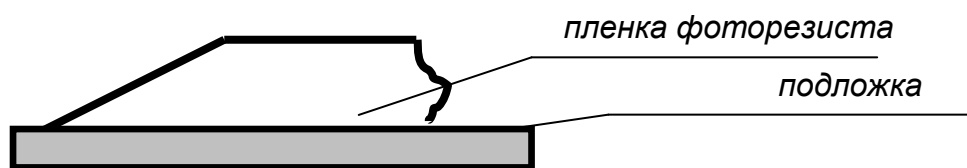


Рис.4 Формирование ступеньки фоторезиста с наклонным краем

#### 4.7.1.2.4. Проведение испытания

В МИИ-4 на пологом наклонном краю ступеньки пленки фоторезиста визуально отсчитывают целое или полуцелое число интерференционных полос ( $m$ ) равной толщины (темных и/или светлых), укладываемых в измеряемую толщину пленки фоторезиста в свете зеленого интерференционного фильтра, встроенного в осветителе микроинтерферометра.

Пример:  $m$



Итого:  $m = 3,0 + 1/2 = 3,5$  полосы, отсчитанные в пленке на МИИ-4

#### 4.7.1.2.5. Обработка результатов

Толщину пленки фоторезиста представляют в числах интерференционных полос отсчитанных в МИИ-4 в пленке на не окисленном кремнии согласно выражению (2).

По приведенному примеру:

$$N = (m - \varphi) = (3,5 - 0,5) = 3,0 \text{ полосы.}$$

Погрешность измерения составляет  $\pm 1/4$  интерференционной полосы (независимо от толщины пленки).

Результаты испытаний считаются удовлетворительными, если толщина пленки фоторезиста соответствует п. 4, таблицы. 1 настоящих ТУ.

Для сопоставления измеренной толщины пленки в числах  $N$  с общепринятой геометрической толщиной  $d$  в мкм на не окисленном кремнии вычисляют по формуле:

$$d = N * 0,176 \text{ мкм} = (m - \varphi) * 0,176 \quad (5)$$

в приведенном примере толщина пленки, в мкм, измеренная на длине волны  $L = 0,534$  мкм, на не окисленном кремнии ( $\varphi = 0,5$ ), оценивается величиной:

$$d = (3,5 - 0,5) * 0,176 \approx 0,528 \text{ мкм}$$

Примеры для различных величин  $N$  приведены в приложении 4. и аналогично, например:

#### 4.7.2. Профилографический метод.

Метод предназначен для определения толщины пленки фоторезиста на профилографе - профилометре.

##### 4.7.2.1. Принцип измерения.

Метод основан на принципе сканирования по исследуемой поверхности алмазной иглой и преобразования колебаний иглы в изменение напряжения индуктивным методом.



#### 4.7.2.2. Оборудование.

Профилограф-профилометр по ГОСТ 19300-86.

#### 4.7.2.3. Проведение испытания.

Пластины, с изображением рисунка, полученного по п. 4.5.2.2. закрепляют на призме профилографа - профилометра при помощи вакуумированного столика таким образом, чтобы при движении датчика пластина оставалась неподвижной. Устанавливают режим работы на профилографе: вертикальное увеличение 20000, скорость трассирования датчика 0,6 мм/мин, скорость перемещения бумаги на записывающем приборе 30 мм/мин. В соответствии с инструкцией по эксплуатации профилографа измеряют толщину пленки (высоту ступеньки профилограммы) в пяти любых точках на линиях, соединяющих между собой модули изображения фотошаблона-теста (рис. 5).

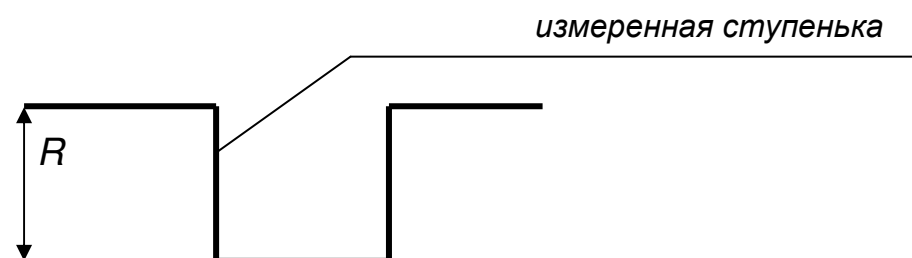


Рис.5. Измерение толщины пленки на профилографе - профилометре

#### 4.7.2.4 Обработка результатов

Толщину пленки вычисляют по формуле:

$$h = \frac{\sum_{i=1}^n Ri * 1000}{20000 * n} \quad (6)$$

где  $h$  - толщина пленки фоторезиста, мкм;

$\sum_{i=1}^n Ri * 1000$  - сумма значений величины ступенек на профилограмме

для пяти замеров, в мкм;

20000 - вертикальное увеличение профилографа;

$n$  - число замеров.

Результаты испытаний считают положительными, если толщина пленки фоторезиста соответствует требованиям п.5 таблицы. 1 настоящих технических условий.

## **4.8. Определение устойчивости пленки фоторезиста к проявителю.**

### **4.8.1. Оборудование, реактивы.**

Термометр лабораторный №2 с диапазоном измерения температуры от 0 до 100 °С и ценой деления шкалы 1 °С по ТУ 25-2021.003-88 или аналогичный.

Секундомер механический по ГОСТ 5072-79 или аналогичный.

Проявитель, приготовленный по п.4.5.2.1

### **4.8.2. Проведение испытания.**

Испытания проводят на трех пластинах, подготовленных по п.4.4.3. Пластины с пленкой фоторезиста погружают в ванну с 80 см<sup>3</sup> проявителя при температуре 19÷21 °С и включают секундомер. По секундомеру фиксируют время растворения пленки фоторезиста.

### **4.8.3. Обработка результатов.**

Устойчивость пленки фоторезиста в проявителе определяют по формуле:

$$t_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^3 t_i}{3} \quad (7)$$

где  $t_{cp}$  - устойчивость пленки фоторезиста к проявителю, сек;

$t_i$  - время устойчивости пленки фоторезиста на  $i$ -й пластине, сек.

Результаты испытаний считают положительными, если устойчивость пленки фоторезиста к проявителю соответствует требованиям п.6 таблицы.1 настоящих технических условий.

## **5. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ.**

### **5.1. Транспортирование.**

Фоторезист перевозят всеми видами транспорта в соответствии с правилами перевозки грузов, действующими на данном виде транспорта.

При транспортировании следует обеспечить поддержание температуры фоторезиста (20±5) °С.

### **5.2. Хранение.**

Фоторезист хранят в упаковке предприятия-изготовителя в закрытом складском помещении, снабженном приточно-вытяжной вентиляцией, при температуре от 15 до 25 °С и относительной влажности воздуха не более 80%. Фоторезист следует предохранять от воздействия солнечного света, влаги, паров кислот и щелочей.

## **6. УКАЗАНИЯ ПО ПРИМЕНЕНИЮ.**

*Работа с Фоторезистом должна проводиться в отдельном помещении, снабженном приточно-вытяжной вентиляцией, при следующих условиях окружающей среды:*

- температура воздуха  $(21\pm 5)$  °С;*
- относительная влажность воздуха от 40 до 60%.*

*Запрещается работать с фоторезистом вблизи открытых источников нагревания.*

*При работе с фоторезистом следует предохранять фоторезист от попадания влаги, паров кислот, щелочей, аммиака, механических и других примесей, защищать фоторезист от актиничного освещения.*

*Перед применением фоторезист фильтруют на фильтре "Владипор" или аналогичном с диаметром пор не более 0,2 мкм, устойчивом к растворителям, содержащим ацетатную группу. Срок использования фоторезиста после фильтрации устанавливается индивидуально каждым потребителем. По истечении этого времени фоторезист фильтруют повторно.*

## **7. ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ.**

*Предприятие-изготовитель гарантирует соответствие качества Фоторезиста требованиям настоящих технических условий при соблюдении условий транспортирования, хранения и применения.*

*Гарантийный срок хранения Фоторезиста 6 месяцев со дня изготовления.*

ПЕРЕЧЕНЬ  
ДОКУМЕНТОВ, НА КОТОРЫЕ ДАНЫ ССЫЛКИ В НАСТОЯЩИХ ТУ  
Таблица 3 (начало).

ГОСТ 12.1.005-88	ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны
ГОСТ 17.2.3.02-78	ССБТ «Охрана природы. Атмосфера. Правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями»
ГОСТ 12.1.044-89	ССБТ «Система стандартов безопасности труда. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения»
ГОСТ 12.1.007-76	ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности
ГОСТ 12.4.011-89	ССБТ. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация
ГОСТ 12.4.021-75	ССБТ. Системы вентиляционные. Общие требования
ГОСТ 12.4.103-83	ССБТ. Одежда специальная защитная, средства индивидуальной защиты ног и рук. Классификация
ГОСТ 33-2000	Нефтепродукты. Метод определения кинематической и расчет динамической вязкости
ГОСТ 3885-73	Реактивы и особо чистые вещества. Правила приемки, отбор проб, фасовка, упаковка и маркировка
ГОСТ 7376-89	Картон гофрированный
ГОСТ 13841-95	Ящики из гофрированного картона для химической продукции
ГОСТ 14192-96	Маркировка грузов
ГОСТ 14870-77	Методы определения содержания воды
ГОСТ 17622-72	Стекло органическое техническое
ГОСТ 19433-88	Грузы опасные. Классификация и маркировка
ГОСТ 20477-86	Лента полиэтиленовая с липким слоем
ГОСТ 27025-86	Реактивы. Общие указания по проведению испытаний
ГОСТ Р 51477-1999	Бутылки коричневого цвета БВ-1-1000

Таблица 3 (окончание).

ТУ 6-09-5311-89	Средства укупорочные из полимерных материалов для стеклянной потребительской тары для химических реактивов
ТУ 6-09-5472-90	Тара стеклянная для химических реактивов и особо чистых веществ
ТУ 6-19-110-78	Тара из полимерных материалов для химических реактивов
ТУ 13-0281099-01-90	Бумага светонепроницаемая
ГОСТ 10028-81	«Вискозиметры капиллярные стеклянные. Технические условия»
Техническое описание и инструкция по эксплуатации устройства для нанесения фоторезиста в скафандре типа ЦНФ ДЕ 4.932-000 ТО.	
Техническое описание и инструкция по эксплуатации электропечи диффузионной типа СДО.	
Микроинтерферометр Линника МИИ-4. Техническое описание и инструкция по эксплуатации.	
Техническое описание и инструкция по эксплуатации установки совмещения и экспонирования.	
Пост вакуумный универсальный ВУП 4. Техническое описание и инструкция по эксплуатации.	
Профилограф-профилометр. Техническое описание инструкция по эксплуатации.	
Ротаметр типа РМ. Паспорт.	
Фотошаблон-тест, черт.И6М7.409.605 НИИМЭ.	
Фотошаблон-тест. Технологическая инструкция И60.045.309 ТИ НИИМЭ.	

**ПЕРЕЧЕНЬ  
ОБОРУДОВАНИЯ, МАТЕРИАЛОВ, ПОСУДЫ И РЕАКТИВОВ,  
НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ФОТОРЕЗИСТА**

*Метрологическое оборудование*

*Таблица 4.*

<i>УФ-радиометр, позволяющий замерить освещенность в пределах 40000÷50000 Лк и энергетическую освещённость 10÷40000 мВт/м<sup>2</sup>.</i>
<i>Микроинтерферометр Линника МИИ-4 по ТУ 3-3.1145-81 или аналогичный</i>
<i>Фотошаблон-тест, черт. И 6М7.409.557 НИИМЭ</i>
<i>Устройство контроля плотности проколов УКПП.И6М3.259.001 НИИМЭ</i>
<i>Секундомер механический по ГОСТ 5072-79.</i>
<i>Профилограф - профилометр по ГОСТ 19300-86 или аналогичный.</i>
<i>Весы лабораторные 2 класса точности моделей ВЛР-20 и ВЛР-200 по ГОСТ 24104-2001.</i>
<i>Весы лабораторные квадрантные 4 класса модели ВЛК-500г-М по ТУ 25-06.1101-79 или аналогичные.</i>
<i>ГОСТ 7328-2001: «Гири. Общие технические условия»</i>
<i>Термометры технические стеклянные ТТП по ТУ 25-2021.010-89 или аналогичные.</i>
<i>Термометр лабораторный №2 с диапазоном измерения температуры от 0 до 100 °С и ценой деления шкалы 1 °С по ТУ 25-2021.003-88 или аналогичный.</i>
<i>Цилиндр 1-10, 1-25, 1-100 и 1-1000 по ГОСТ 1770-74.</i>
<i>Мензурка 1000 ГОСТ 1770-74.</i>
<i>Бюретки 1-2-25-0,1; 3-2-50-0,1 и пипетка 1-2-1-0,1; 6-2-5 по ГОСТ 20292-74.</i>
<i>Пинцет лабораторный по ТУ 45-6АО.005.088 ТУ-86 или аналогичный.</i>

Прочее оборудование и материалы

Таблица 5 (начало).

<i>Электропечь диффузионная СДО-125/3-12,0 или аналогичная.</i>
<i>Устройство для нанесения фоторезиста в скафандре ЦНФ по ДЕМ 3.281.008 ТУ или аналогичное.</i>
<i>Установка совмещения и экспонирования (УСЭ) типа ЭМ-576 или аналогичная.</i>
<i>Шкафы сушильные электрические, обеспечивающие температуру нагрева от 60 до 200 °С и до 350 °С.</i>
<i>Источник питания постоянного тока Б5-49 ЕЭЗ.233.220 ТУ или аналогичный с напряжением 0-100 В.</i>
<i>Шприц "Sartorius" SM 16620 с фильтродержателем SM 16214 или аналогичный.</i>
<i>Ротаметр РМ-А-0,063 ГУЗ по ГОСТ 13045-81 с регулятором расхода воздуха РРВ-1.</i>
<i>Баня водяная лабораторная одноместная по ТУ 10-23-28-87.</i>
<i>Ванна, черт. 619.4659 Опытного завода МНПО «НИОПИК» или аналогичная.</i>
<i>Кассета фторопластовая, черт. 619.4660.01 Опытного завода МНПО «НИОПИК» или аналогичная.</i>
<i>Пост вакуумный универсальный ВУП-4 по ТУ 25-05-1771-75 или аналогичный.</i>
<i>Пинцет лабораторный по ТУ 45-6А0.005.088 ТУ-86 или аналогичный.</i>
<i>Пластины монокристаллического кремния диаметром 40 , 60, 76 или 100 мм.</i>
<i>Манометр с верхним пределом измерений избыточного давления 160 кПа(1,6 кгс/см ) и классом точности 1 по ГОСТ 2405-88.</i>
<i>Редуктор для регулирования давления азота с фильтром РДФ-3 по ТУ 25.02.1898-75 или аналогичный.</i>
<i>Устройство для фильтрования жидких сред под давлением, каталожный № SM 16249 фирмы "Sartorius" Германия или аналогичное.</i>
<i>Проволока из алюминия марки А-995 диаметром 0,35-0,50 мм по ТУ 48-21-574-77.</i>
<i>Проволока вольфрамовая марки ВА по ОСТ 11.021-002-76 диаметром</i>

Таблица 5 (продолжение).

1,0 мм.
Фильтры бумажные обеззоленные "синяя лента" по ТУ 6-09-1678-86.
Мембранный фильтр "Владипор" типа МФЦ N 2 по ТУ 6-05-1978-84.
Бумага фотографическая «Унибром» №3 – 7 по ГОСТ 10752-79
Фиксаж универсальный по ТУ 6-17-989-78 или аналогичный
Проявитель буферный УПФ-1Б по ТУ-2378-007-29135749-2007
Бязь хлопчатобумажная (отбеленная) по ГОСТ 11680-76, салфетки размером 100х100 мм.
Батист отбеленный по ГОСТ 8474-80, салфетки размером 100 х 100 мм.
Вата хлопчатобумажная.
Воронки В-36-80 ХС и В-100-150 ХС, капельница 2-25 ХС, стаканчик СВ 24/10 по ГОСТ 25336-82.
Стакан 7 ГОСТ 9147-80.
Стакан Н-2-500 ТХС ГОСТ 25336-82.
Кварцевые кюветы К-10 по ГОСТ 20903-75
Банки полиэтиленовые БЦ-250 и БЦ-1000 по ТУ 6-19-110-78.
Цеолиты (молекулярные сита) типа КА или NaA по ТУ 38.102.81-88.
Стекловата.
Спирт этиловый ректифицированный технический по ГОСТ 18300-87, высший сорт.
Вода дистиллированная по ГОСТ 6709-72.
Вода деионизованная ОСТ 11.029.003-80.
Кислота серная по ГОСТ 4204-77.
Кислота фтористоводородная осч 27-5 по ТУ 6-09-3401-88
Калий двуххромовокислый по ГОСТ 4220-75.
Калий хромово-кислый по ГОСТ 4459-75
Ацетон по ГОСТ 2603-79,ч.д.а.



Таблица 5 (окончание).

<i>Аммоний фтористый по ГОСТ 4518-75, ч.д.а. или аммоний фтористый осч 5-4 по ТУ 6-09-827-76.</i>
<i>Бромкреозоловый пурпурный (индикатор) по ТУ 6-09-07-1603-87, массовая доля 0,1%</i>
<i>Бромтимоловый синий (индикатор) по ТУ 6-09-2086-77, массовая доля 0,1%</i>
<i>Смешанный индикатор, приготовленный по ГОСТ 4919.1-77, со значением рН перехода окраски 6,7.</i>
<i>1,4-Диоксан по ГОСТ 10455-80,ч.д.а.</i>
<i>Кальций хлористый технический по ГОСТ 450-77</i>
<i>Кислород газообразный технический по ГОСТ 5583-78 изм. 1,2,3,4.</i>
<i>Азот газообразный технический по ГОСТ 9293-74, высший сорт.</i>

ПРИЛОЖЕНИЕ 3  
ОБРАЗЕЦ ПАСПОРТА

**ЗАО «Фраст-М»**  
**ФОТОРЕЗИСТ ПОЗИТИВНЫЙ ФП-4-04МА**

Партия № \_\_\_\_\_

массой \_\_\_\_\_ кг.

ПАСПОРТ  
ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

№ n/n	Наименование показателя	Норма	Фактически
1	Внешний вид	Прозрачная жидкость красно-коричневого цвета, без осадка	Соотв.
2	Внешний вид пленки	Прозрачная, блестящая, без разрывов	Соотв.
3	Минимальная ширина воспроизводимого элемента, мкм.	0,5	
4	Кинематическая вязкость, при температуре 20,0±0,5 °С, сСт	5,0÷9,5	
5	Толщина пленки фоторезиста, мкм	0,4÷0,6	
6	Устойчивость пленки фоторезиста к проявителю, мин., не менее	30	

**КОМПЛЕКТ ПОСТАВКИ**

В комплект поставки входит фоторезист позитивный в упаковке и паспорт.

**СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЕМКЕ**

Фоторезист позитивный ФП-4-04МА партия № \_\_\_\_\_ массой \_\_\_\_\_ кг соответствует техническим условиям ТУ 2378-011-29135749-2010 и признан годным для применения.

Дата выпуска: \_\_\_\_\_

Начальник ОТК \_\_\_\_\_

**Гарантийные обязательства.**

Изготовитель гарантирует соответствие фоторезиста требованиям ТУ 2378-011-29135749-2010 при соблюдении потребителем условий транспортирования, хранения и применения, указанных в технических условиях.

Гарантийный срок хранения – шесть месяцев со дня изготовления.

Указания по хранению.

Фоторезист хранят в упакованном виде в сухом помещении при 15÷25 °С и относительной влажности воздуха 45÷80%. Следует предохранять фоторезист от попадания влаги, механических и прочих примесей, защищать его от действия дневного света, света люминесцентных ламп и ламп накаливания.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3  
ОБРАЗЕЦ ПАСПОРТА

**ЗАО «Фраст-М»**  
**ФОТОРЕЗИСТ ПОЗИТИВНЫЙ ФП-4-04мВ**

Партия № \_\_\_\_\_

массой \_\_\_\_\_ кг.

ПАСПОРТ  
ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

№ n/n	Наименование показателя	Норма	Фактически
1	Внешний вид	Прозрачная жидкость красно-коричневого цвета, без осадка	Соотв.
2	Внешний вид пленки	Прозрачная, блестящая, без разрывов	Соотв.
3	Минимальная ширина воспроизводимого элемента, мкм.	1,2	
4	Кинематическая вязкость, при температуре 20,0±0,5 °С, сСт	18,2÷28,3	
5	Толщина пленки фоторезиста, мкм	1,35÷1,65	
6	Устойчивость пленки фоторезиста к проявителю, мин., не менее	30	

**КОМПЛЕКТ ПОСТАВКИ**

В комплект поставки входит фоторезист позитивный в упаковке и паспорт.

**СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЕМКЕ**

Фоторезист позитивный ФП-4-04мВ партия № \_\_\_\_\_ массой \_\_\_\_\_ кг соответствует техническим условиям ТУ 2378-011-29135749-2010 и признан годным для применения.

Дата выпуска: \_\_\_\_\_

Начальник ОТК \_\_\_\_\_

*Гарантийные обязательства.*

Изготовитель гарантирует соответствие фоторезиста требованиям ТУ 2378-011-29135749-2010 при соблюдении потребителем условий транспортирования, хранения и применения, указанных в технических условиях.

Гарантийный срок хранения – шесть месяцев со дня изготовления.

Указания по хранению.

Фоторезист хранят в упакованном виде в сухом помещении при 15÷25 °С и относительной влажности воздуха 45÷80%. Следует предохранять фоторезист от попадания влаги, механических и прочих примесей, защищать его от действия дневного света, света люминесцентных ламп и ламп накаливания.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3  
ОБРАЗЕЦ ПАСПОРТА

**ЗАО «Фраст-М»**  
**ФОТОРЕЗИСТ ПОЗИТИВНЫЙ ФП-4-04МС**

Партия № \_\_\_\_\_

массой \_\_\_\_\_ кг.

ПАСПОРТ  
ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

№ n/n	Наименование показателя	Норма	Фактически
1	Внешний вид	Прозрачная жидкость красно-коричневого цвета, без осадка	Соотв.
2	Внешний вид пленки	Прозрачная, блестящая, без разрывов	Соотв.
3	Минимальная ширина воспроизводимого элемента, мкм.	1,8	
4	Кинематическая вязкость, при температуре 20,0±0,5 °С, сСт	24,0÷34,3	
5	Толщина пленки фоторезиста, мкм	1,8÷2,2	
6	Устойчивость пленки фоторезиста к проявителю, мин., не менее	30	

**КОМПЛЕКТ ПОСТАВКИ**

В комплект поставки входит фоторезист позитивный в упаковке и паспорт.

**СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЕМКЕ**

Фоторезист позитивный ФП-4-04МС партия № \_\_\_\_\_ массой \_\_\_\_\_ кг соответствует техническим условиям ТУ 2378-011-29135749-2010 и признан годным для применения.

Дата выпуска: \_\_\_\_\_

Начальник ОТК \_\_\_\_\_

*Гарантийные обязательства.*

Изготовитель гарантирует соответствие фоторезиста требованиям ТУ 2378-011-29135749-2010 при соблюдении потребителем условий транспортирования, хранения и применения, указанных в технических условиях.

Гарантийный срок хранения – шесть месяцев со дня изготовления.

Указания по хранению.

Фоторезист хранят в упакованном виде в сухом помещении при 15÷25 °С и относительной влажности воздуха 45÷80%. Следует предохранять фоторезист от попадания влаги, механических и прочих примесей, защищать его от действия дневного света, света люминесцентных ламп и ламп накаливания.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4:

(к методу 2, п. 4.7.1.2.5.)

Расчет толщины пленки фоторезиста в мкм для различных значений  $N=(m-\varphi)$ :

Таблица 6.

Значение "N"	Значение "m"	Толщина пленки, мкм
для N=2,5;	m=3,0;	$d=(3,0-0,5) \times 0,176 \approx 0,44$
для N=3,0;	m=3,5;	$d=(3,5-0,5) \times 0,176 \approx 0,529$
для N=3,5;	m=4,0;	$d=(4,0-0,5) \times 0,176 \approx 0,616$
для N=4,0;	m=4,5;	$d=(4,5-0,5) \times 0,176 \approx 0,704$
для N=4,5;	m=5,0;	$d=(5,0-0,5) \times 0,176 \approx 0,792$
для N=5,0;	m=5,5;	$d=(5,5-0,5) \times 0,176 \approx 0,880$
для N=5,5;	m=6,0;	$d=(6,0-0,5) \times 0,176 \approx 0,968$
для N=6,0;	m=6,5;	$d=(6,5-0,5) \times 0,176 \approx 1,056$
для N=6,5;	m=7,0;	$d=(7,0-0,5) \times 0,176 \approx 1,144$
для N=7,0;	m=7,5;	$d=(7,5-0,5) \times 0,176 \approx 1,232$
для N=7,5;	m=8,0;	$d=(8,0-0,5) \times 0,176 \approx 1,320$
для N=8,0;	m=8,5;	$d=(8,5-0,5) \times 0,176 \approx 1,408$
для N=8,5;	m=9,0;	$d=(9,0-0,5) \times 0,176 \approx 1,496$
для N=9,0;	m=9,5;	$d=(9,5-0,5) \times 0,176 \approx 1,584$
для N=9,5;	m=10,0;	$d=(10,0-0,5) \times 0,176 \approx 1,672$
для N=10,0;	m=10,5;	$d=(10,5-0,5) \times 0,176 \approx 1,760$
для N=11,0;	m=11,5;	$d=(11,5-0,5) \times 0,176 \approx 1,936$
для N=12,0;	m=12,5;	$d=(12,5-0,5) \times 0,176 \approx 2,112$
для N=13,0;	m=13,5;	$d=(13,5-0,5) \times 0,176 \approx 2,288$
для N=14,0;	m=14,5;	$d=(14,5-0,5) \times 0,176 \approx 2,464$
для N=15,0	m=15,5;	$d=(15,5-0,5) \times 0,176 \approx 2,64$ мкм

При длине волны  $L$  интерференционного фильтра, отличного от зеленого (0,534 нм по паспорту) результаты расчетов могут корректироваться.



ОКП 237820

УДК 776.3.665.225  
Группа Э 10  
Зарегистрировано

СОГЛАСОВАНО  
Директор ЗАО "Элма-Хим"

\_\_\_\_\_ И.Н. Агафонова

" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2015 г.

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ЗАО "Фраст-М"

\_\_\_\_\_ Д.Б. Аскеров

" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2015 г.

СОГЛАСОВАНО  
Директор ООО "Редхимкомплект"

\_\_\_\_\_ В.В. Зацепилин

" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2015 г.

СОГЛАСОВАНО

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

### ИЗВЕЩЕНИЕ № 1

об изменении ТУ 2378-011-29135749-2010

на серию позитивных фоторезистов

ФП-4-04МА, ФП-4-04МВ, ФП-4-04МС

Дата введения 10 июля 2015г.

Фотолитограф:

\_\_\_\_\_ В.И. Юдина

" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2015 г.

Гл. технолог:

\_\_\_\_\_ И.Е. Сулейманов

" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2015 г.

В п. 1.4. «Упаковка» и далее по тексту, абзац:

*Фоторезист в потребительской таре помещают в ящики из гофрированного картона для химической продукции по ГОСТ 13841-95  
Бутылки в ящике снизу, сверху и в вертикальных плоскостях допускается уплотнять гофрированным картоном по ГОСТ 7376-89 или полимерной пеной в виде гнезд, исключающих возможность перемещения внутри ящика»*

Изложить следующим образом:

*«Фоторезист в потребительской таре помещают в ящики из гофрированного картона для химической продукции по ГОСТ 13841-95.*

*Каждая бутылка с фоторезистом упаковывается в 2 полиэтиленовых мешка для химической продукции по ГОСТ 17811-78 с укупоркой горловины каждого мешка полимерным хомутом.*

*Бутылки в ящике снизу, сверху и в вертикальных плоскостях уплотняются полимерной пеной в виде гнезд, исключающих возможность перемещения внутри ящика».*

п. 5.1 «Транспортирование».

Изложить следующим образом:

*Фоторезист перевозят всеми видами транспорта в соответствии с правилами перевозки грузов, действующими на данном виде транспорта.*

*Допускается кратковременная в течение не более 7 суток перевозка при температуре от -5 до +30 °С.*

*Фоторезист отгружается потребителю или транспортной компании только в ящиках с уплотнением из полимерной пены в виде гнезд, исключающей возможность перемещения внутри ящика. Отгрузка и транспортировка фоторезиста в ящиках без уплотнения полимерной пеной не допускается».*



## Пояснительная записка

Настоящее изменение ТУ 2378-011-29135749-2010 на серию позитивных фоторезистов ФП-4-04мА, ФП-4-04мВ, ФП-4-04мС введено из-за возросших требований по обеспечению безопасности и сохранности чистоты материалов для электроники при перевозках:

1. Для приведения в соответствие упаковки фоторезиста требованиям ГОСТ 26319-84 «Грузы опасные. Упаковка».
2. Для обеспечения сохранности упаковки фоторезиста во время перевозки.
3. Для обеспечения сохранности уровня чистоты упаковки фоторезиста.

Директор

Д.Б.Аскеров