



## ТЕХНИЧЕСКИЙ ПАСПОРТ.

### Фоторезисты жидкие негативные серии SU-8 2000.

**Фоторезисты серии SU-8 2000** являются негативными фоторезистами для фотолитографии, позволяющими получать плёнки фоторезиста от 1 до 100 мкм.

Благодаря своей высокой термической и химической устойчивости, они отлично подходят для процессов травления, позволяя получать структуры с соотношением около 10:1, имеющие практически вертикальные стенки.

SU-8 – высококонтрастный толсто пленочный фоторезист на базе эпоксидных смол, который находит широкое применение в микроэлектронике там, где желательно толстослойное, химически и термически устойчивое изображение. Пленки становятся нерастворимыми для жидких проявителей.

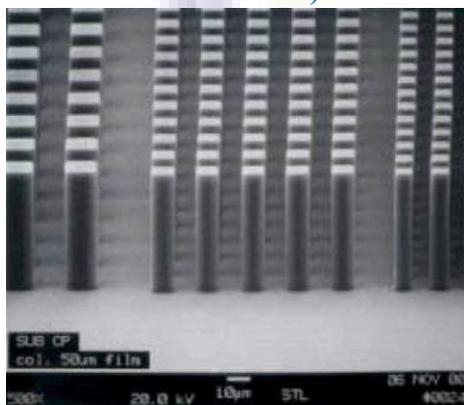
SU-8 обладает очень высокой оптической прозрачностью, выше 360 нм, что делает его подходящим для получения изображений вертикальных боковых стенок в пленках очень большой толщины.

SU-8 подходит для постоянного применения, когда на него наносят изображение, отверждают и оставляют на заготовке.

#### Особенности

- Изображение с высоким соотношением сторон при почти вертикальных боковых стенках
- Бездефектное покрытие в широком диапазоне толщин пленок.
- Толщина пленки от 1 до > 200 мкм при нанесении однослойного покрытия.
- Превосходная химическая и температурная стойкость.

Рисунок 1. Элементы 5 мкм, 10 мкм и 20 мкм, толщина пленки 50 мкм



**Таблица 1. Характеристики фоторезиста**

<b>SU-8 2000</b>	<b>% сухих веществ</b>	<b>Вязкость, сантистокс</b>	<b>Плотность (г/см<sup>2</sup>)</b>
<b>2000,5</b>	14,3	2,49	1,07
<b>2002</b>	29	7,5	1,123
<b>2005</b>	45	45	1,164
<b>2007</b>	52,5	140	1,175
<b>2010</b>	58	380	1,187
<b>2015</b>	63,45	1250	1,2
<b>2025</b>	68,55	4500	1,219
<b>2035</b>	69,95	7000	1,227
<b>2050</b>	71,65	12900	1,233
<b>2075</b>	73,45	22000	1,236

### **Предварительная обработка подложки.**

Для достижения максимальной надежности процесса подложки должны быть чистыми и сухими перед нанесением фоторезиста SU-8 2000. Начните с очистки растворителем или промывки разбавленной кислотой с последующей промывкой деионизированной водой. Там, где это применимо, подложки должны быть подвергнуты микротравлению (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> и H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>). Для обезвоживания поверхности запекать при температуре 200°C 5 минут на контактной плите или 30 минут в конвекционной печи. Усилители адгезии обычно не требуются. В случаях, когда требуется гальваника и последующее удаление SU-8 2000, перед обработкой нанесите OmniCoat от MicroChem.

### **Нанесение.**

Серия SU-8 2000 обеспечивает бездефектное покрытие в широком диапазоне толщин пленок.

#### **Рекомендуемые условия нанесения:**

Обычный процесс: центрифугирование, сушка, экспонирование, термообработка после экспонирования с последующим проявлением. Рекомендуется контролируемая термообработка для дальнейшего отверждения изображенных структур, когда они станут частью устройства. Весь процесс должен быть оптимизирован для конкретного применения. Здесь представлен базовый процесс, который можно использовать в качестве отправной точки.

Рис. 2. Зависимость толщины пленки от скорости вращения центрифуги

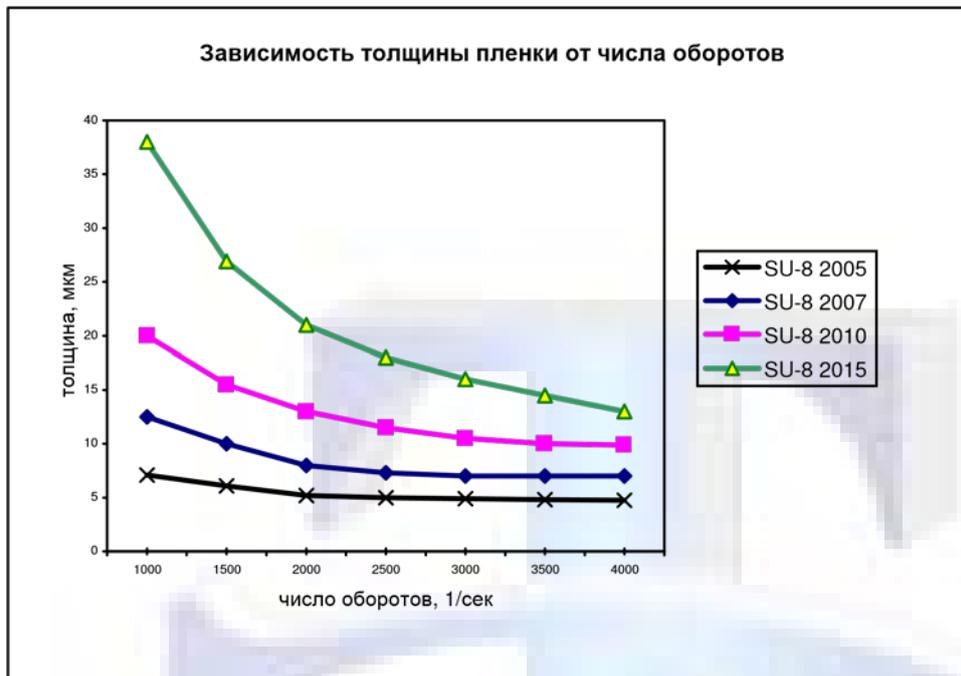
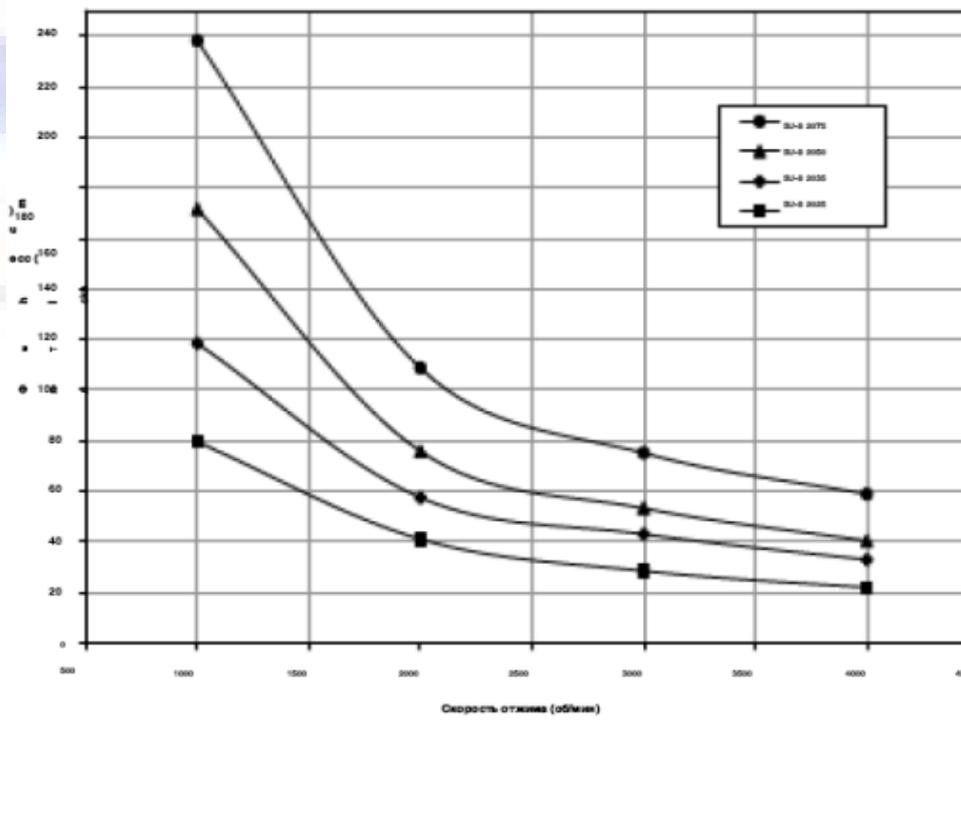


Рисунок 1. Скорость отжима SU-8 2000 в зависимости от толщины



**Таблица 1. Данные о зависимости толщины пленки от скорости отжима**

Продукт	Вязкость, сантистокс	Толщина мкм	Скорость вращения Об/мин
		2	3000
SU-8 2002	7.5	2.5	2000
		3	1000
		5	3000
SU-8 2005	45	6	2000
		7.5	1000
		7	3000
SU-8 2007	140	8.5	2000
		12.5	1000
		10	3000
SU-8 2010	380	13	2000
		20	1000
		15	3000
SU-8 2015	1250	21	2000
		38	1000
		25	3000
SU-8 2025	4500	41	2000
		75	1000
SU-8 2035	7000	42	3000
		58	2000
		119	1000
SU-8 2050	12900	52	3000
		75	2000
		170	1000
SU-8 2075	22000	75	3000
		110	2000
		240	1000

## Сушка

После нанесения фоторезиста на основу его необходимо подвергнуть мягкой сушке для испарения растворителя и уплотнения пленки. SU-8 2000 обычно сушат на ровной плите, хотя можно использовать конвекционные печи. Следующее время термообработки основано на процессах контактной горячей плиты.

Для достижения наилучших результатов рекомендуется постепенно увеличивать температуру мягкого выпекания. Более низкие начальные температуры обжига позволяют растворителю испаряться из пленки с более контролируемой скоростью, что приводит к лучшей

точности покрытия, уменьшению краевых валиков и лучшей адгезии фоторезиста к подложке.

**Таблица 2. Рекомендации по двухэтапному контактному процессу сушки с горячей плитой после нанесения фоторезиста**

Продукт	Толщина мкм	Предварительная сушка 65°C, мин	Сушка 95 °C, мин
	2	1	2
<b>SU-8 2002</b>	2.5	1	2
	3	1	2
<b>SU-8 2005</b>	5	1	2
	6	1	2
	7.5	1	2
<b>SU-8 2007</b>	7	1	2
	8.5	1	2
	12.5	1	2
<b>SU-8 2010</b>	10	1	2
	13	1	2
	20	1	3
<b>SU-8 2015</b>	15	1	5
	21	1	3
	38	2	5
<b>SU-8 2025</b>	25	1	3
	41	2	5
	75	3	9
<b>SU-8 2035</b>	42	2	5
	58	2	6
	119	7	40
<b>SU-8 2050</b>	52	2	6
	75	3	9
	170	5	30
<b>SU-8 2075</b>	75	3	9
	110	5	20
	240	5	15

### Экспонирование.

Фоторезист SU-8 оптимизирован для воздействия ультрафиолетового света (350–400 нм). ртутной лампой высокого давления. Рекомендуется использовать воздействия i-line.

SU-8 практически прозрачен и не чувствителен при длине волны более 400 нм, но обладает высоким актиничным поглощением при длине волны ниже 350 нм. Высокая доза воз-

действия ниже 350 нм может привести к переэкспонированию верхней части фоторезистной пленки, что приведет к увеличенным отрицательным профилям боковых стенок или Т-образному выступу. Оптимальная экспозиционная доза будет зависеть от толщины пленки (более толстые пленки требуют более высокой дозировки). Рекомендации по дозе облучения, приведенные в Таблице 3, основаны на измерениях интенсивности источника, выполненных с помощью радиометра i-line (365 нм) и зонда.

**Таблица 3 Зависимость энергии экспонирования от толщины пленки**

Толщина пленки мкм	Энергия экспонирования МДж/см <sup>2</sup>
0,5 - 2	60 - 80
3 - 5	90 - 105
6 - 15	110 - 140
16 - 25	140 - 150
26 - 40	150 - 160

ТОЛЩИНА		ВОЗДЕЙСТВИЕ	
микроны		ЭНЕРГИЯ	
		МДж /см <sup>2</sup>	
25 - 40		150 - 160	
45 - 80		150 - 215	
85 - 110		215 - 240	
115 - 150		240 - 260	
160 - 225		260 - 350	

#### **Совет по экспонированию:**

Сильное нарушение адгезии, неровные боковые стенки и чрезмерное растрескивание часто указывают на недостаточное сшивание. Чтобы устранить проблему, увеличьте дозу воздействия или увеличьте время горячей сушки после экспонирования

Время экспонирования зависит от мощности лампы, от типа установки экспонирования, от времени старения лампы.

#### **Термообработка после экспонирования.**

После экспонирования необходимо выполнить термообработку. Нагревать можно как на горячей плите, так и в кон-

векционной печи. Оптимальная плотность поперечных связей достигается за счет тщательной корректировки условий воздействия и процесса экспонирования. Приведенные ниже рекомендации по выпеканию основаны на результатах, полученных с помощью контактной горячей плиты.

SU-8 легко сшивается и может привести к образованию сильно нагруженной пленки. Чтобы свести к минимуму напряжение, изгиб пластины и предотвратить растрескивание, рекомендуется использовать медленный нарастающий процесс или двустадийный процесс контактной горячей плиты, как показано в табл.4.

**Таблица 4. Рекомендации по двухэтапному контактному процессу сушки с горячей плитой после экспонирования.**

Продукт	Толщина мкм	Предварительная сушка 65°C, мин	Сушка 95 °C, мин
	2	1	2
<b>SU-8 2002</b>	2.5	1	2
	3	1	2
	5	1	2
<b>SU-8 2005</b>	6	1	2
	7.5	1	2
	7	1	2
<b>SU-8 2007</b>	8.5	1	2
	12.5	1	2
	10	1	2
<b>SU-8 2010</b>	13	1	2
	20	1	3
	15	1	5
<b>SU-8 2015</b>	21	1	3
	38	2	5
	25	1	3
<b>SU-8 2025</b>	41	2	5
	75	3	9
SU-8 2035	42	2	5
	58	2	6
	119	5	10
SU-8 2050	52	2	6
	75	3	9
	170	5	13
SU-8 2075	75	3	9
	110	5	10
	240	5	15

### **Проявление.**

Фоторезисты SU-8 2000 разработаны для использования с проявителем компании MicroChem. Использовать процессы погружения в ванну или распыления в установке.

Также можно использовать другие проявители на основе растворителей: этиллактат и ди-ацетоновый спирт.

Сильное перемешивание рекомендуется для структур с высоким соотношением сторон или толсто пленочных структур.

**Таблица 5 Зависимость времени проявления от толщины пленки для процессов погружения.**

<b>Толщина пленки мкм</b>	<b>Время проявления мин</b>
0,5 - 2	1
3 - 5	2
6 - 15	2 - 3
16 - 25	3 - 4
26 - 40	4 - 5

<b>ТОЛЩИНА</b>	<b>РАЗВИТИЕ</b>
<b>микроны</b>	<b>ВРЕМЯ</b>
	<b>минуты</b>
<b>25 - 40</b>	<b>4 - 5</b>
<b>45 - 75</b>	<b>5 - 7</b>
<b>80 -110</b>	<b>7 -10</b>
<b>115 - 150</b>	<b>10 - 15</b>
<b>160 -225</b>	<b>15 - 17</b>

Предлагаемое время проявления является приблизительным, поскольку фактическая скорость растворения может сильно варьироваться в зависимости от скорости перемешивания, температуры и параметров обработки фоторезиста.

### **Промывка и сушка.**

После проявления фоторезист следует быстро промыть изопропиловым спиртом, а затем высушить слабым потоком воздуха.

Если во время промывки образуется белая пленка, это указывает на то, что фоторезист не до проявлен. Следует повторить процесс проявления, поместив в раствор или установку проявления, чтобы завершить процесс проявления.

Повторить этап промывки.

### **Отверждение.**

SU-8 2000 имеет хорошие механические свойства, поэтому твердый обжиг обычно не требуется. В тех случаях, когда фоторезист с изображением необходимо оставить как части конечного устройства, его можно подвергнуть постепенному/ступенчатому твердому об-

жигу при температуре 150–200°C на горячей плите или в конвекционной печи для дальнейшего задубливания материала. Время выпекания зависит от типа процесса выпекания и толщины пленки.

### **Снятие фоторезиста.**

SU-8 2000 после экспонирования и проявления представляет собой эпоксидную смолу с высокой степенью задубливания, поэтому ее чрезвычайно трудно удалить с помощью обычных средств для снятия фоторезиста на основе растворителей.

Remover PG от MicroChem снимает минимально задублинный фоторезист после набухания последнего.

Погружение в Remover PG должно привести к полному отрыву материала SU-8 2000. Но он не удалит сильно затвердевший SU-8 2000 без использования OmniCoat.

Альтернативные процессы удаления включают: погружение в растворы кислот такие, как травление, очистка микротравителями, плазменная очистка.

Для удаления минимально задублинного SU-8 2000 или при использовании Omnicoat с помощью Remover PG нагрейте ванну до 50–80°C и погрузите заготовку на 30–90 минут.

Фактическое время удаления будет зависеть от толщины фоторезиста и плотности поперечных связей.

### **Отверждение.**

SU-8 2000 обладает хорошими механическими свойствами. Однако для применений, где фоторезист должен быть оставлен как часть конечного устройства, в процесс может быть включена жесткая термообработка. Обычно это требуется в том случае, если готовое устройство или деталь будет подвергаться термической обработке в процессе обычной эксплуатации. SU-8 2000 является термостойкой смолой, и как таковая ее свойства могут продолжать изменяться при воздействии более высокой температуры, чем та, с которой сталкивались ранее. Мы рекомендуем использовать конечную температуру выпекания не 10 °C выше, чем максимальная ожидаемая рабочая температура устройства. В зависимости от требуемой степени отверждения обычно используется выпекание при температуре от 150 °C до 250 °C в течение от 5 до 30 минут.

**Примечание:** Стадия жесткого обжига также полезна для заделки любых поверхностных трещин, которые могут проявиться после проявки. Рекомендуемый этап - выпекать при температуре 150 °C в течение нескольких минут. Это относится ко всем толщинам пленки.

### **Физические свойства.**

Прочность сцепления (МПа) Кремний / Стекло /Glass & HMDS	38/35/35
Температура стеклования (Tg °C), tan δ пиковая	210
Термическая стабильность (°C при 5% мас. потери)	315
Коэффициент теплопроводности (Вт/мК)	0,3
коэффициент теплового расширения (СТЕ ppm)	52
Предел прочности при растяжении МПа	60
Относительное удлинение при разрыве (%)	6,5
Модуль Юнга (ГПа)	2,0
Диэлектрическая проницаемость при частоте 10 МГц	3,2
Водопоглощение (% 85oC/85 относительной влажности)	0,65

### **Хранение**

Хранить SU-8 2000 следует в вертикальном положении в плотно закрытых емкостях, в прохладном, сухом помещении, вдали от прямых солнечных лучей, при температуре 4-21°C (40-70°F).

Хранить вдали от света, кислот, тепла и источников возгорания.

Срок годности - 12 месяцев со дня изготовления.

### **Утилизация**

Фоторезисты SU-8 2000 могут быть утилизированы вместе с другими отходами, содержащими аналогичные органические растворители, которые подлежат уничтожению или вторичной переработке в соответствии с местными государственными и федеральными нормами.

Заказчик несет ответственность за обеспечение утилизации фоторезистов и остатков SU-8 2000, произведенных с соблюдением всех федеральных, государственных и местных экологических норм.

### **Окружающая среда, здоровье и безопасность.**

Перед началом работы с фоторезистами SU-8 2000 ознакомьтесь с паспортом безопасности материала. Обращаться осторожно!

При работе с фоторезистами SU-8 2000 надевайте химические очки, химические перчатки и подходящую защитную одежду.

Не допускать попадания в глаза, на кожу и одежду!

Используйте при достаточной вентиляции, чтобы не вдыхать пары или туман!

При попадании на кожу промыть пораженный участок водой с мылом.

При попадании в глаза немедленно промыть водой и промывать в течение 15 минут, часто приподнимая веки. Получите неотложную медицинскую помощь!