

**Типовая программа  
повышения квалификации  
«специалистов (инженеров-технологов, наладчиков, операторов) в области фотолитографических процессов»**

№ п/п	Лекционные занятия Наименование раздела, темы	Варианты курсов				Прим.
		Начальный курс 1 недели (26 лк. 14 пр.)		Номинальный курс 2 недели (50лк. 30пр.)		
		Лк.,ч .	Пз,ч	Лк.,ч .	Пз,ч	
	<b>Введение</b>	<b>2</b>		<b>2</b>		
	Терминология, первичные определения и понятия о литографии. Применение литографии в твердотельной и гибридной микроэлектронике и оптоэлектронике. Факторы определяющие особенности применения технологических слоев.	<b>2</b>		<b>2</b>		
<b>1</b>	<b>Базовые принципы построения фотолитографических систем</b>	<b>5,5</b>		<b>8</b>		
1.1	Классификация методов переноса изображения и технические средства их обеспечения.	<b>2</b>		<b>3</b>		
1.2	Природа света. Оптические диапазоны. Прохождение света через вещество. Отражение, поглощение, пропускание света веществом. Явления дифракции и интерференции света.	<b>2</b>		<b>2</b>		
1.3	Культура субмикронного и наноразмерного производства.	<b>1</b>		<b>2</b>		
1.4	Климатика на операциях фотолитографии (Влажность, температура, запыленность, скорость перемещения воздуха) Классы помещений. Требования стандартов. Требования технологического оборудования к внешним факторам окружающей среды.	<b>0,5</b>		<b>1</b>		
<b>2</b>	<b>Физико-химические основы материаловедения в технологии фотолитографии.</b>	<b>5</b>		<b>16</b>		
	Требования к чистоте реактивов в зависимости от проектных норм.	<b>0,5</b>		<b>1</b>		
	Требования к геометрии подложек. Технические условия. Стандарты	<b>0,5</b>		<b>3</b>		

	SEMI.					
	Очистка пластин. Удаление органических и неорганических загрязнений.			1		
	Адгезия фоторезиста. Гидрофильность поверхности подложек. Технологические способы повышение гидрофобности поверхности подложек. Высокотемпературные обработки, ГМДС.			1		
	Фоторезисты. Типы фоторезистов. Фоторезисты для субмикронной технологии. Фоторезисты с химическим усилением. Хранение фоторезиста. Подготовка фоторезиста перед применением. Рекуперация фоторезистов.	1		2		
	Способы нанесения фоторезистов. Контроль параметров пленок фоторезиста. Методы контроля. Аттестация процесса нанесения фоторезиста.			1		
	Экспонирование фоторезиста. «Окно» процесса. Определение «окна» процесса. Принимаемые меры по стабилизации «окна» процесса.	2		3		
	Проявление фоторезиста. Постэкспозиционная сушка. Задубливание фоторезиста. Способы проявления (струя, спрей, «лужа»). Промывка пластин после проявления. Сушка пластин. Проблемы. Методы устранения известных проблем.			1		
	Контроль параметров после проявления. Контроль критических размеров и профиля фоторезиста. Контроль дефектности. Автоматический контроль дефектности на пластинах с топологией.	1		2		
	Расширения «окна» процесса. Планаризирующие, антиотражающие, (ARC, BARC) покрытия. Их свойства. Рекомендации по применению.			1		
<b>3</b>	<b>Фотолитографическое оборудование</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	
	<b>Контактная печать.</b> Устройство установок. Основные узлы. Назначение и принцип работы. Технологические возможности. Достигнутые результаты. Работа в вакуумном контакте и с микроззором. Рекомендации по применению. Возможности по переналадке. Возможности рабочего и сервисного программного обеспечения.	2	2	4	3	

	<b>Степперы.</b> Устройство установок. Основные узлы. Назначение и принцип работы. Технологические возможности. Достигнутые результаты. Работа с совмещением по лицевой и непланарной стороне. Рекомендации по применению. Возможности по переналадке. Возможности рабочего и сервисного программного обеспечения.	2	2	4	3	
	<b>Специализированные степперы (широкоформатные, для печатных плат, для нанесения меток на непланарную сторону).</b> Устройство установок. Основные узлы. Назначение и принцип работы. Технологические возможности. Достигнутые результаты. Рекомендации по применению. Возможности по переналадке. Возможности рабочего и сервисного программного обеспечения			2	3	
	<b>Лазерные генераторы изображения (Безмасочная литография).</b> Устройство установок. Основные узлы. Назначение и принцип работы. Технологические возможности. Достигнутые результаты. Рекомендации по применению. Возможности по переналадке. Возможности рабочего и сервисного программного обеспечения	2	1	2	3	
<b>4</b>	<b>Вспомогательное технологическое оборудование для фотолитографии</b>	1,5		2		
	Подготовка поверхности	0,25		0,5		
	Обработка в ГМДС	0,25		0,25		
	Нанесение фоторезиста	0,25		0,25		
	Удаление фоторезиста (жидкостное).	0,25		0,5		
	Удаление фоторезиста (сухое).	0,5		0,5		
<b>5</b>	<b>Контрольно-измерительное оборудование</b>	-	5	3	6	
	Ручные станции визуального контроля. Микроскопы. Параметры. Разновидности. Возможности. Выбор по требуемым критериям.		1	1	1	
	Рабочие автоматизированные станции визуального контроля. Возможности программного обеспечения. Ведение базы данных, измерение критических размеров.		1	0,5	2	

	Автоматический контроль дефектности на подложках. Аттестация технологического оборудования и операций. Входной контроль продукции. Выработка критериев. Практическое использование в технологическом процессе.		1	0,5	1	
	Автоматический контроля критических размеров после фотолитографии и после травления. Составление технологических программ. Статистика. Критерии воспроизводимости.		1	0,5	1	
	Автоматический контроль дефектности на пластинах с топологией. Применение в технологическом процессе для повышения процента выхода. Разработка планов корректирующих действий. Внедрение в «системную технологию».		1	0,5	1	
<b>6</b>	<b>Комплект оборудования для изготовления фотошаблонов</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>12</b>	
	<b>Лазерные генератор изображения (мультифотонаборные-векторные)</b> Устройство установок. Основные узлы. Назначение и принцип работы. Технологические возможности. Достигнутые результаты. Рекомендации по применению. Возможности по переналадке. Возможности рабочего и сервисного программного обеспечения	1	1	1	2	
	<b>Лазерные генератор изображения (многолучевые - растровые).</b> Устройство установок. Основные узлы. Назначение и принцип работы. Технологические возможности. Достигнутые результаты. Рекомендации по применению. Возможности по переналадке. Возможности рабочего и сервисного программного обеспечения	1	1	1	2	
	<b>Контроль изображения на фотошаблоне.</b> Устройство установок. Основные узлы. Назначение и принцип работы. Технологические возможности. Достигнутые результаты. Рекомендации по применению. Возможности по переналадке. Возможности рабочего и сервисного программного обеспечения. Протокол дефектов. Систематизация дефектов. Стандарты SEMI. Анализ шаблонов изготовленных на зарубежных фабриках.	1	0,5	1	2	
	<b>Устранение дефектов. Ретушь.</b> Устройство установок. Основные узлы. Назначение и принцип работы. Технологические возможности.	1	0,5	2	2	

<p>Достиженные результаты. Рекомендации по применению. Возможности по переналадке. Возможности рабочего и сервисного программного обеспечения. Устранение прозрачных и непрозрачных дефектов. Подгонка топологических элементов.</p>					
<p><b>Контроль критических размеров на фотошаблоне.</b> Устройство установок. Основные узлы. Назначение и принцип работы. Технологические возможности. Достиженные результаты. Рекомендации по применению. Возможности по переналадке. Возможности рабочего и сервисного программного обеспечения. Составление технологических программ. Статистика. Критерии воспроизводимости.</p>	<b>1</b>	<b>0,5</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	
<p><b>Проверка совмещаемости комплекта фотошаблонов.</b> Устройство установок. Основные узлы. Назначение и принцип работы. Технологические возможности. Достиженные результаты. Рекомендации по применению. Возможности по переналадке. Возможности рабочего и сервисного программного обеспечения. Составление технологических программ. Статистика. Критерии воспроизводимости.</p>	<b>1</b>	<b>0,5</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	
<p><b>Итого</b></p>	<b>26</b>	<b>14</b>	<b>50</b>	<b>30</b>	
			<b>Расширенный курс</b> 3 недели (80лк. 40пр.)		
<p><b>Системная технология</b> - стабильности технологических параметров и путь повышения процента выхода. Аттестация технологического оборудования, технологических операций. Выработка критериев оценки технологического процесса и работоспособности оборудования.</p>			<b>16</b>	<b>4</b>	