

веществ. Так же этот метод находит своё применение для титрования сильных и слабых кислот, оснований, аминов с различной концентрацией, для определения большинства катионов ( $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$  и др.) и анионов ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{I}^-$ , оксалат, тартрат, салицилат и др.), общей жесткости.

Рассмотрены и описаны примеры нахождения массы  $\text{HCl}$  и  $\text{H}_3\text{BO}_3$  в анализируемом образце. Для этого использовали два самостоятельных метода: метод кислотно-основного кондуктометрического титрования и потенциометрического (рН-метрического) титрования. Проведено сравнение данных, полученных в результате анализа, с действительным значением. Проанализированы результаты и сформулированы выводы о сравнительной точности использованных приёмов анализа. [1]

### Литература

1. Радион, Е.В. Физико-химические методы анализа. Лабораторный практикум: учеб.-метод. пособие по дисциплине «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа» для студентов химикотехнологических специальностей / Е.В. Радион [и др.]. – Минск: БГТУ, 2010. – 110 с.

УДК 621.382

## ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЙ ЛИТОГРАФИИ

Студент гр.11310115 Кохнюк С. А.

Кандидат физ.-мат. наук, доцент Щербакова Е. Н.

Белорусский национальный технический университет

Метод предназначен для изготовления субмикронных и наноразмерных топологических элементов посредством экспонирования электронным лучом. В отличие от находящей широкое применение в микроэлектронике фотолитографии, в данном методе используются электроны вместо фотонов, так как длина волны электронов на порядки ниже, чем у ультрафиолетового излучения. В настоящее время электронная литография позволяет получать разрешение 40 - 80 нм, что делает данный метод перспективным для применения на уровне субмикронных технологий.

Основными элементами сканирующих систем экспонирования являются электронные пушки. Различают две системы электронно-лучевой литографии – сканирующая и проекционная. В первом случае резист экспонируется последовательно перемещаемым в плоскости рисунка фокусированным пучком электронов. В проекционной литографии используется нефокусированный поток электронов и маска с заданным рисунком.

Чтобы получить высокую разрешающую способность, пучок электронов управляется и отклоняется посредством магнитных и электростатических полей. Основными узлами установок электронно-лучевой литографии являются:

- электронно-оптическая система;
- координатный стол с лазерным интерферометром;
- рабочая камера с вакуумной системой, устройством загрузки и выгрузки пластин, системой виброизоляции;
- устройство электропитания и система управления [1].

Основными достоинствами метода являются высокая прецизионность в результате разрешения в субмикронном диапазоне и высокой точности совмещения, а также возможность отказаться от использования масок, основные недостатки - малая производительность и высокая стоимость оборудования.

Электронно-лучевая литография может быть использована как для производства шаблонов, так и для непосредственного формирования рисунка на пластине.

#### Литература

1. Литографии в микроэлектронике / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://bitly.su/ВКЕе>. Дата последнего посещения 02.03.2019.

УДК 621

### **ПРИМЕНЕНИЕ ФАЗОСДВИГАЮЩИХ МАСОК КАК СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ РАЗРЕШАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ**

Аспирант Козлова Т. А.

Белорусский государственный университет информатики  
и радиоэлектроники

В настоящее время оптическая литография является ключевой технологией, применяемой при производстве интегральных схем. В связи с улучшением разрешающей способности оптики, применяемой в фотолитографии и уменьшением размеров топологии, возникает необходимость в использовании масок, которые изготовлены с применением технологий повышения разрешения или других вспомогательных методик. В настоящее время известны следующие методы для повышения разрешения в фотолитографии:

- внеосевое освещение,
- фазосдвигающие маски,
- оптическая коррекция близости [1].

Применение метода, основанной на фазосдвигающей маске заключается в том, что в структуре фотошаблона вытравливаются канавки или же вводятся дополнительные элементы, которые изменяют фазу проходящего света. На рисунке 1 показан пример работы альтернативной фазосдвигающей маски.