

УДК 538.971+62.982

ИОННО-ПЛАЗМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ МИКРОПОЛОСКОВОЙ АНТЕННЫ

Руденко Андрей Михайлович ⁽¹⁾,

*Бакалавр 4 курса ⁽¹⁾,
кафедра «Электронные технологии в машиностроении»
Московский государственный технический университет*

*Научный руководитель: С.В. Сидорова,
кандидат технических наук, доцент кафедры «Электронные технологии в
машиностроении»*

В настоящее время актуальными сферами развития являются средства связи и передачи информации. Практически у любого современного человека есть приемопередающее устройство (телефон, ноутбук, планшет). Объемы передаваемой и получаемой информации растут с геометрической прогрессией для удовлетворения потребностей человека. Чтобы решить данную проблему, необходимо улучшать и развивать производство отрасли радиопередающих устройств, учитывая все возможные недостатки и преимущества (начиная с габаритов и заканчивая массой компонента).

Для решения такой потребности используется сверхвысокочастотная электроника, которая может работать в широкой полосе частот, при этом имея малые габариты и вес. СВЧ-электроника - радиоэлектронная аппаратура, основанная на полупроводниковых компонентах, работающая в диапазоне сверхвысоких частот (условно от 300 МГц до 3000 ГГц) [1]. Основными типовыми устройствами являются микрополосковые платы, на которых скомпонованы множество модулей (антенны, фильтры, ключи и другое), которые могут создаваться с помощью эллиптических технологий (ионные технологии).

Одним из главных модулей для работы любого приемопередающего устройства является антенна. Без нее сигнал не сможет поступать на другие компоненты прибора. Поэтому в качестве основного микрополоскового компонента, я выбрал антенну. Для ее получения очень важно учитывать получаемый слой металлизации, от которого зависит пропускная способность антенны, передающая способность и отклик. Всем номинальным требованиям соответствует металл медь, которая и по сей день используется практически в каждом устройстве. Другой не маловажной характеристикой является топология микрополоскового компонента, которая также влияет на все вышеперечисленные свойства антенного устройства. Для получения были предложены методы ионного травления и магнетронного распыления, а также фотолитографические процессы [2-3].

Целью работы является отработка режимов ионно-плазменных процессов при формировании топологии микрополосковых устройств связи и передачи информации, а также освоение фотолитографических процессов. Процесс формирования слоя металлизации был реализован на установке МВТУ11-1МС (МГТУ им. Н.Э. Баумана) методом магнетронного распыления в вакууме, что позволяет получить покрытия высокой чистоты с толщиной от 200 нм и повысить точность получения математической регрессии, которая в дальнейшем позволит быстро и подбирать требуемые режимы распыления металлов.

Первоначальная обработка (удаление поверхностных загрязнений) и травление слоя металлизации (получение необходимой толщины) проводились ионно-

плазменными методами. Использование «сухого» ионного травления имеет ряд преимуществ: повышение адгезии металлизации и качества протравленного слоя.

Топология антенного устройства была рассчитана в программном пакете AWR Design Environment (таблица). Моделирование и расчет были реализованы для частоты 2,4 ГГц, так как являются самыми популярными для связи в настоящее время и используются в WI-FI, 4G, Bluetooth и GPS.

Таблица 1 - Полученные размеры и сама топология микрополосковой антенны

Название слоя	Толщина слоя	Допуск на размер	Материал слоя	dX, мм	dY, мм
Линия передачи	345 нм	35 нм	Cu	4,85	10,17
Линия передачи 50 Ом	450 нм	40 нм	Cu	12,32	5,64
Подложка	600 мкм	10 мкм	СТ-50	60	48
Слой формы излучателя	350 нм	30 нм	Cu	14,852	10,623

С учетом заданных характеристик была разработана технология формирования топологии антенны, состоящая из следующих этапов: ионно-плазменная обработка подложки для повышения адгезионных свойств, магнетронное осаждение проводящего медного слоя, формирование фоторезистивной маски, ионное травление меди через окна фоторезистивной маски и жидкостное удаление фоторезистивной маски.

Для возможности прогнозирования и упрощения производства микрополоскового устройства были получены математические регрессии ионного травления и магнетронного распыления, которые проверены на воспроизводимость и адекватность.

В дальнейшем будет проведена серия экспериментов по получению топологии с отработанными режимами и проведения фотолитографических процессов. Определение характеристик антенны позволит сделать заключительные выводы о применимости предложенной технологии для изготовления микрополосковых антенн с заданными характеристиками.

Литература

1. Белоус А., Шведов С., Мерданов М. СВЧ-электроника в системах радиолокации и связи. Техническая энциклопедия. Книга 1-2. – Litres, 2022.
2. Пименов И. Е., Купцов А. Д., Руденко А. М. Ионно-плазменные методы в технологии производства планарных частотных фильтров. [Электронный ресурс] // Всероссийская научно-техническая конференция «Студенческая научная весна: Машиностроительные технологии»: материалы конференции, 3 – 7 апреля, 2023, Москва, МГТУ им. Н.Э.Баумана. – М.: ООО «КванторФорм», 2023.– URL: studvesna.ru?go=articles&id=3775 (дата обращения: 02.04.2024).
3. Руденко, А. М., Купцов, А. Д., Сидорова, С. В. Ионное травление в технологии формирования топологии изделий электроники // 15-я Международная научно-техническая конференция «Наукоемкие технологии в машиностроении», 3 – 7 октября, 2023, Москва, МГТУ им. Н.Э.Баумана.