

Зеленский Владимир Анатольевич, д.т.н., доцент, профессор кафедры конструирования и технологии электронных систем и устройств. E-mail: vaz-3@yandex.ru.
Самсонов Денис Владимирович, магистрант гр. 6274. E-mail: samsonov311@yandex.ru.

УДК 621.389

ПОЛУЧЕНИЕ ТОНКИХ ПРОВОДЯЩИХ ПЛЕНОК МЕТОДОМ МАГНЕТРОННОГО РАСПЫЛЕНИЯ

Н.Д. Жидецкий, М.А. Советкина, С.А. Фомченков
«Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева», г. Самара

Ключевые слова: магнетронное распыление, ионная бомбардировка, тонкие пленки, магнитное поле.

Одним из основных компонентом в микро- и нанoeлектронике являются проводящие пленки. Данный материал получается путем осаждения на подложку и имеет толщину не более 1 мкм. Проводящие пленки получают амфорную или полукристаллическую структуру, а их свойства значительно отличаются от свойств объемных тел. При этом на поверхности пленки образуется двумерный дефект структуры, который сильно влияет на его электрические, механические и другие свойства [1].

В настоящее время, в зависимости от решаемой задачи, различают несколько способов получения тонких пленок. Это термовакuumное, электроннолучевое или вакуумнодуговое испарения, магнетронное распыление и абляция [2]. Метод магнетронного распыления является наиболее перспективным, так как возможна реализация плотной микро- или нано- кристаллических структур из керамики или металла, при полном отсутствии капельной фазы. В роли рабочей среды в данном методе выступают чистые газы: Ar, N₂, O₂, CH₄, при давлении 0,05– 1 Па, и температуре от 60 до 6000°С. При этом становится возможным нанесение покрытий на термочувствительные материалы при низких температурах с высокой скоростью осаждения. Отрицательной стороной же данного метода является относительно высокая стоимость оборудования [3].

Метод основан на распылении мишени за счет ионной бомбардировки. Благодаря магнитному полю, которое проходит перпендикулярно электрическому, снижается рабочее давление плазмобразующего газа без уменьшения интенсивности ионной бомбардировки, что положительно влияет на транспортировку распыляемого вещества, осаждаемого тонким слоем на подложку.

Целью настоящей работы является изучение получения тонких проводящих пленок методом магнетронного распыления.

Для реализации поставленной задачи была выбрана автоматическая установка магнетронного и термического нанесения пленок «Каролина D12A». Caroline D12A предназначена для мелко- и среднесерийного производства и проведения исследовательских работ в области осаждения тонких пленок методом магнетронного и термического распыления [4].

Подложка выполнена из кварцевого стекла диаметром 25 мм и толщиной 2 мм. В качестве проводящего материала использована медь (Cu), которая поддается обработке и свариваемости, отличается высокой электропроводностью и механической прочностью. Толщина медного слоя составила 200 нм. Исследование готового образца проводилось на интерферометре Zygo NewView 7300, который позволяет получить модель поверхности в трехмерном виде, а также дает возможность судить о толщине и однородности нанесенной пленки. На рисунке 1 приведено изображение, полученное с помощью данной установки.

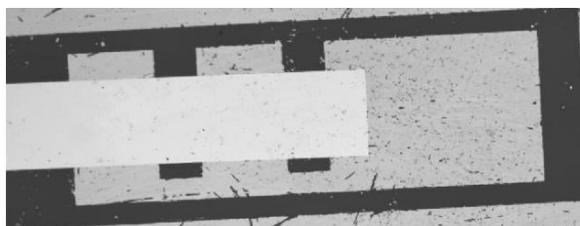


Рисунок 1 – Изображение фрагмента пленки Cu толщиной 200 нм и Cr толщиной 100 нм

В работе была получена тонкая проводящая пленка меди толщиной 200 нм методом магнетронного напыления, нанесенная на подложку из кварцевого стекла. Данный метод является хорошей альтернативой вакуумно-дуговому или электронно-лучевому испарению, а также гальваническому осаждению.

Исходя из результатов работы, можно сделать вывод, что магнетронное получение тонких пленок является весьма перспективным и требует дополнительного изучения в будущем. Например, до сих пор не решена проблема напыления тонких пленок на рельефно-сложные поверхности или неполное использование материала мишени.

Список использованных источников:

1. Смирнова, К.И. Тонкие пленки в микроэлектронике: учеб. Пособие / К. И. Смирнов. – Томск: ТУСУР, 2007.
2. Хошев, А. В. Экспериментальное исследование характеристик магнетронного распыления / А. В. Хошев, С. В. Тимаков // Датчики и системы: сб. докл. 29 науч.-практ. конф. Молодых ученых и специалистов. – Пенза: ОАО «НИИФИ», 2010.
3. Технология напыления тонких пленок [Электронный ресурс] <https://russianelectronics.ru/tehnologiya-napyleniya-tonkih-plenok/>

4. Автоматическая установка магнетронного и термического нанесения «Каролина D12A» [Электронный ресурс] <https://ssau.ru/matbaza/device-153>

Жидецкий Никита Дмитриевич, студент группы 6466-110304D. E-mail: nikita-j2014@ya.ru.

Советкина Мария Александровна, старший преподаватель кафедры наноинженерии.

E-mail: sovetkinam@mail.ru.

Фомченков Сергей Александрович, ассистент кафедры технической кибернетики.

E-mail: s.a.fom@mail.ru.

УДК 621.3.084

РАЗРАБОТКА ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЫ МОДУЛЯ НАВИГАЦИИ, ИЗМЕРЕНИЯ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ СВОЙСТВ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ МИНИСПУТНИКА

В.А. Фомин, И.В. Лофицкий

«Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королёва», г. Самара

Ключевые слова: печатная плата, измерение, датчики, навигация.

Перед спутником minisat, являющимся уменьшенной моделью спутника формата cubesat, стоит ряд задач, требующих определения координат местоположения, высоты, скорости, ускорения, вращения и ориентации аппарата относительно земли, а также измерения внешних параметров среды, таких как давление и температура.

Вследствие различных электрофизических принципов измерения, используемых в измерительных датчиках, возникает ряд проблем и ограничений в проектировании устройства, отвечающего требованиям бесперебойного и надежного функционирования. Также для космических аппаратов такого типа предъявляются жёсткие требования к надёжности и длительности эксплуатации без технического обслуживания. Для удовлетворения этих требований были применены различные схемотехнические решения, описывающиеся в данной статье, после чего разработана схема электрическая принципиальная аппарата и осуществлен расчет вероятности безотказной работы в течение 10000 ч. эксплуатации [1].

В основу функционирования модуля навигации и измерений были заложены следующие микросхемы: ICM-20789, MC3413, MMC5603NJ, BMP280, LSM303D, LSM303DLH, DS18B20, LPS331APTR, ATGM336H, Neo-6M, E108-GN02. Сопряжение с вычислительным бортовым устройством, в основу которого лёг микроконтроллер stm32 на базе ядра Cortex-M3, осуществляется с помощью интерфейсов I2C, 1-Wire и UART.

В конструировании космических и летательных аппаратов одной из наиболее важных проблем является жёсткое ограничение по массогабаритным показателям. Следствием этого является необходимость