

УДК 539.23

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕРАВНОМЕРНОСТИ ПОВЕРХНОСТНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ПЛЁНКИ НИОБИЯ (Nb) ПО ПЛАСТИНЕ 4"

Гусейнов Бегляр Рауфович⁽¹⁾, Кулаков Вадим Андреевич⁽²⁾,
Попков Михаил Геннадьевич⁽³⁾

*Студент 3 курса⁽¹⁾, студент 4 курса⁽²⁾, магистр 2 года⁽³⁾
кафедра «Электронные технологии в машиностроении»
Московский государственный технический университет им Н.Э.Баумана*

*Научный руководитель: С.Ю. Хыдырова,
ассистент кафедры «Электронные технологии в машиностроении»*

В области микро- и нанoeлектроники материалы, имеющие сверхпроводящие свойства, играют ключевую роль в создании компонентов для квантовых компьютеров, детекторов и различного рода микроволновой техники. Ниобий (Nb) — один из наиболее широко используемых сверхпроводников благодаря своим выдающимся свойствам, таким как высокая критическая температура и значение критического магнитного поля [1], а также относительная легкость в обработке.

Неравномерность пленки в детекторах, работающих на сверхпроводящих транзисторах, может привести к снижению чувствительности и точности устройств, что недопустимо в высокоточных экспериментах. Процесс осаждения проводился с использованием одного из двух предусмотренных в конструкции магнетронов с целью выявления зависимостей и характеристик получаемого покрытия для дальнейшей проверки возможности пересчёта данных для двух и более магнетронов. Кроме того, исследование неравномерности поверхностных свойств плёнки имеет важное значение для более крупного производства, так как является одним из определяющим факторов в получении большего количества годной продукции.

Плёнки Nb формируются на установке ВУП-11М методом магнетронного распыления при следующих параметрах: остаточное давление $4.5 \cdot 10^{-5}$ Па, рабочее давление 0,2 Па, скорость вращения подложкодержателя 15 об/мин, время ионной очистки 2 мин, мощность источника тока 500 Вт, скорость осаждения 0,74 нм/с, время осаждения 2 мин 15 с, толщина осаждённой плёнки 100 нм.

Вместо сплошной пластины использовались подложки Si размерами 10x10 мм, расположенные на различном удалении от центра подложкодержателя: 25 и 50 мм (Рис. 1). Поверхностное сопротивление полученных образцов измерялось четырёхзондовым методом. По результатам измерений были получены значения неравномерности поверхностного сопротивления осаждённых плёнок (Рис. 2).

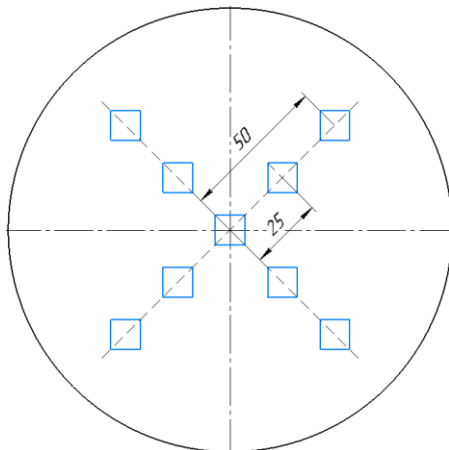


Рис. 1 Схема расположения подложек

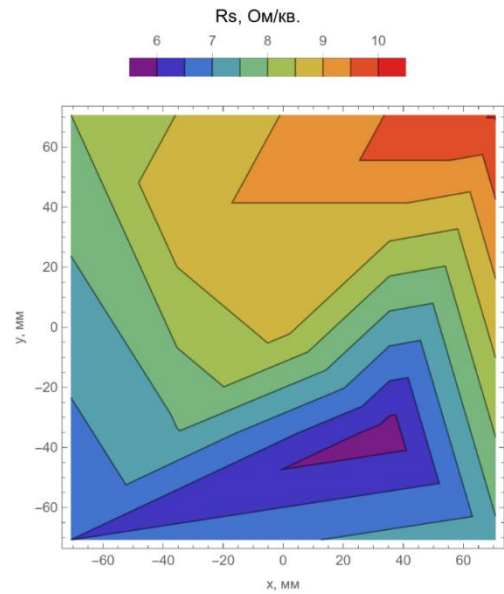


Рис. 2 Зависимость поверхностного сопротивления от удаления от центра подложкодержателя

Полученные значения относительной неравномерности в процентах составили 4,8% и 3,4% на расстояниях 25 мм и 50 мм соответственно, что не превышает 5% [2].

Заметно несимметричное распределение поверхностного сопротивления относительно центра. Причиной этого могли быть либо выбросы плохой адгезии, либо действительная картина обусловленная расположением магнетрона под углом к оси вращения подложкодержателя. В дальнейшем необходимо повторить эксперимент со стандартной отработанной технологией очистки. Если зависимость окажется такой же, то можно заключить, что неравномерность связана с конфигурацией нашей распылительной системы. В таком случае необходимо увеличить скорость вращения подложкодержателя.

Литература

1. Ciovati G. Investigation of the Superconducting Properties of Niobium Radio-Frequency Cavities. Old Dominion University, 2005.
2. Ныдырова S.Yu., Akishin M.Yu., Vasilev D.D., Moiseev K. M. Providing of Ultra-Thin Film Thickness Uniformity by Magnetron Sputtering from Two Sources. Bauman Moscow State Technical University, 2020, Moscow, Russia.