

УДК 62-932.2

НАНЕСЕНИЕ МЕДНЫХ НАНОРАЗМЕРНЫХ ТОНКОПЛЕНОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ В ВАКУУМЕ ДЛЯ СОЛНЕЧНЫХ ПАНЕЛЕЙ

Купцов Алексей Дмитриевич

*Студент 3 курса,
кафедра «Электронные технологии в машиностроении»
Московский государственный технический университет*

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

В современном мире человечество уже давно стало задумываться о том, что для прогрессивного и благополучного роста необходимо находить альтернативные источники энергии, в связи с исчерпанием ресурсов Земли. Существует возможность конвертировать ее в тепло- и электроэнергию, используя различные виды приборов и механизмов.

Потенциал данной области невероятно велик, поскольку в рамках жизни человечества солнечная энергия является бесконечным и бесплатным ресурсом. Эта технология сегодня служит главным подспорьем для производства электроэнергии во многих странах (США, Испании, Германии и Индии, Африки и Азии) [1, 2].

Причины перспективности данной области: экономичность, бесшумность, экологическая чистота, доступность, инновационные технологии [3].

Для обеспечения этой технологии используются разные методы, большая часть из них заключается в нанесении тонкопленочных покрытий на подложки. Так, в данном случае на стеклянную поверхность (подложку) толщиной ~1 мм наносят слой серебра толщиной 50 нм. Далее используют медные покрытия толщиной в диапазоне 100 нм. Крайней операцией служит нанесение краски на основе олова в качестве защиты [4].

На кафедре «Электронные технологии в машиностроении» в МГТУ им. Н. Э. Баумана находится малогабаритная вакуумная установка модульного типа УВН-1М для нанесения тонкопленочных покрытий из различных материалов.



Рис. 1. Установка УВН-1М

Данная установка позволяет наносить покрытия методами термического испарения и магнетронным осаждением. Размеры подложек могут достигать от нескольких мм² до пары см² и получение толщины монопровитий от десятков нанометров и до нескольких микрометров.

При исследовании и отработке режимов формирования тонкопленочных покрытий использовали медную мишень, как наиболее доступный материал с лучшими электрическими свойствами.

Метод магнетронного распыления заключается в следующем: в вакуумной камере находится магнетрон (магнит), сверху которого лежит распыляемый материал (медная мишень). При напуске инертного газа (Ar) в камеру и установке в ней давления $\sim 3.5 \cdot 10^{-1}$ (Па) на магнетрон (катод) подают напряжение $U = 1000$ (В) при силе тока $A = 20$ (мА). Таким образом, начинается горение объемной плазмы. Ионы рабочего газа под действием разности зарядов летят к мишени и выбивают из нее атомы. Часть этих атомов закручивается под действием магнитного поля, так выбивание атомов усиливается, а остальная часть осаждается на подложке – происходит напыление.

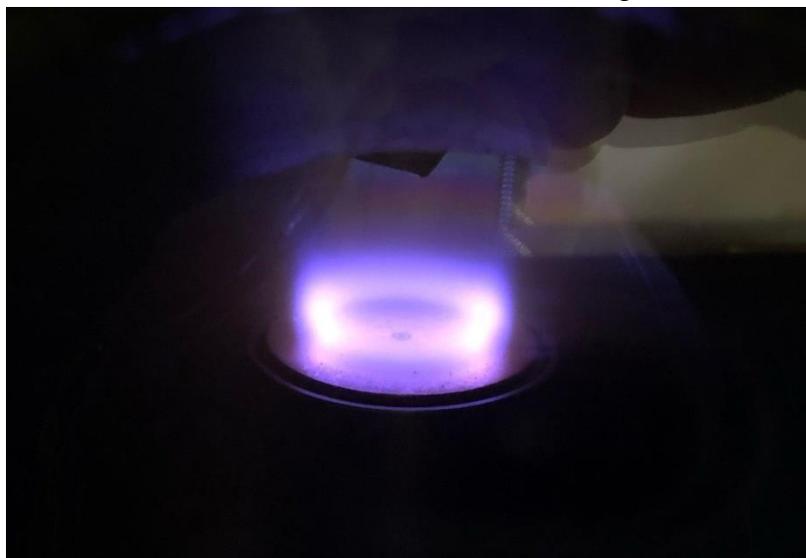


Рис. 2. Горение объемной плазмы магнетрона в среде рабочего газа - Ar

В качестве подложек использовались подложки из ситалла. Данный материал представляет собой стеклокерамический материал на основе стекла, отличающийся от последнего кристаллической структурой, подобной керамической, но с более мелкими кристаллами и более плотной их упаковкой, исключаяющей какую-либо пористость материала [5].

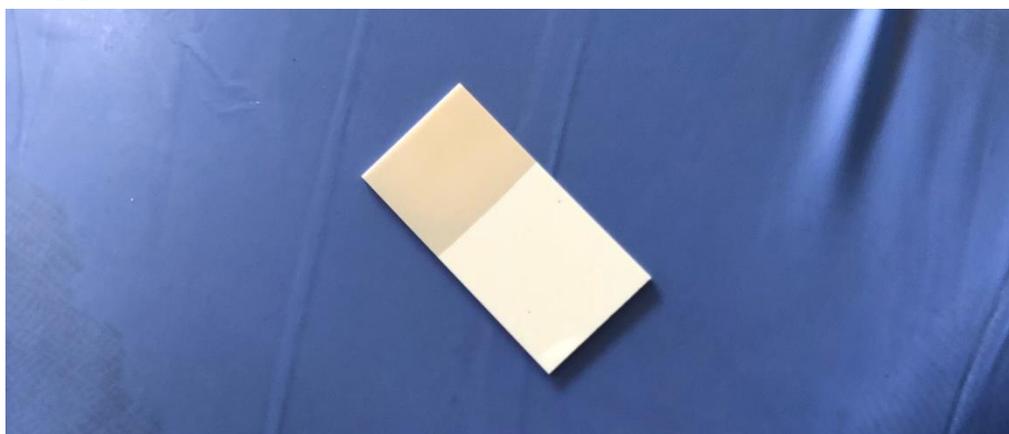


Рис. 3. Нанесенная пленка меди на ситалловой подложке

Суть эксперимента заключается в отработке режимов нанесения пленок меди и измерении их толщины прибором профилометром TR-220 – измеритель шероховатости.

Результатом эксперимента является математическая модель, рассчитанная методом полного факторного эксперимента, описывающая зависимость толщины покрытия от параметров (времени нанесения покрытия и расстояния от мишени до подложки) [6].

Литература

1. *Mills D.* Advances in solar thermal electricity technology //Solar energy. – 2004. – Т. 76. – №. 1-3. – С. 19-31.
2. *Pavlović T. M. et al.* A review of concentrating solar power plants in the world and their potential use in Serbia //Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2012. – Т. 16. – №. 6. – С. 3891-3902.
3. Преимущества и недостатки солнечной энергии: [сайт]. URL: <https://solarelectro.ru/articles/preimuschestva-i-nedostatki-solnechnoj-energii> (дата обращения: 10.02.2018).
4. *Nwosu C. N., Oniun M. U.* Fabrication and Characterization of Reflectors by Physical Vapour Deposition of Nanoscale Thin Films of Ag and Cu for Concentrated Solar Thermal Power Applications //International Journal of Energy Engineering. – 2017. – Т. 7. – №. 2. – С. 39-50.
5. Ситалловые подложки: [сайт]. URL: <http://sitall-ua.ru/index.php?Content=7&Data=0202> (дата обращения 10.03.2018).
6. *Булыгина Е.В.* Основы научных исследований. //Краткий конспект лекций.