

*И.Г. Проценко\****СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ МИКРО- И НАНОРАЗМЕРНЫХ ЧАСТИЦ И ПЛЕНОК МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ**

Современная технология производства микросхем и оптоэлектронных устройств содержит множество методов получения пленок из проводящих и магнитных материалов, материалов с особыми оптическими свойствами.

Существуют различные методики получения данного типа пленок на поверхностях – вакуумное испарение, гальваническое осаждение, нанесение проводящих и резистивных паст. Данные процессы продолжительны во времени и зачастую не дают качественного покрытия.

Например, метод вакуумного испарения требует дорогостоящего и громоздкого оборудования, и пленка может быть нанесена только на плоскую поверхность. Гальваническое осаждение металла на непроводящие поверхности тоже сопряжено со значительными трудностями – этот процесс сопровождается выделением опасных для здоровья газов и продолжителен во времени. Кроме этого, во всех этих методах существующие технологические ограничения не позволяют нанести качественное покрытие на внутренние поверхности изделий.

В [1] авторы используют для получения микро- и наноразмерных частиц тугоплавких материалов, обладающих проводящими свойствами, метод взрыва проводника.

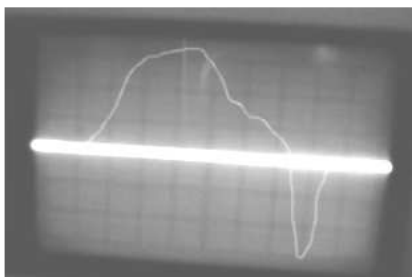
Целью работы является получение пленок токопроводящего материала, а также изучение структуры и толщины полученного покрытия, образованного в результате взрывного испарения различных материалов.

Известно, что основными проводящими материалами в радиоэлектронике для изготовления микросхем методом вакуумного напыления являются золото и медь. Для получения слоя с высоким электросопротивлением чаще всего используют хром, при этом изменение толщины напыленного слоя позволяет варьировать величиной электрического сопротивления.

В работе в качестве материалов для исследования были использованы медь и нихром в виде проволоки толщиной 0,2 и 0,3 мм, подключаемой к батарее конденсаторов при разном напряжении на ней.

---

\* Работа выполнена под руководством канд. техн. наук, проф. ФГБОУ ВПО «ТГТУ» Ю.А. Брусенцова, канд. техн. наук, доцента ФГБОУ ВПО «ТГТУ» И.С. Филатова.



**Рис. 1. Импульс тока при напряжении 55 В**

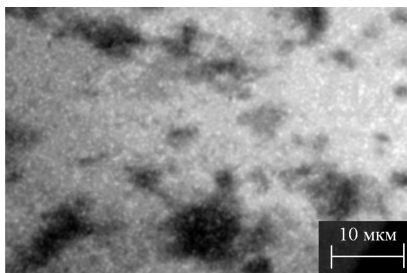
При подаче тока на испаряемый проводник происходит его разрыв. Для объяснения процесса, происходящего в момент взрывного испарения, обратимся к форме импульса тока. Его описание проведем с помощью «пояса Роговского».

Изучение структуры полученных пленок проводилось на электронном микроскопе ЭМ-101А с разрешающей способностью 4 нм.

При напряжении в 55 В и емкости 14 000 мкФ, расстоянии до подложки в 1 мм на экране осциллографа (рис. 1) наблюдается плавное нарастание тока, связанное с нагревом проволоки, затем следует спад с пологим фронтом, обусловленный процессами разрушения кристаллического строения материала. Далее следует увеличение сопротивления и разрыв проводника, что видно по обратному ходу луча.

При этом образуется покрытие, структура которого приведена на рис. 2, частиц, средний размер которых 7 мкм, их можно использовать при микролегировании порошковых сплавов различного назначения.

При увеличении напряжения до 250 В характер импульса тока изменяется (рис. 3), нарастание тока становится более резким, что говорит о большей скорости нагрева и разрушения проволоки, а наблюдаемый быстрый его спад с коротким обратным ходом луча свидетельствует об испарении материала проволоки и коротком промежутке интенсивной остаточной ионизации.



**Рис. 2. Поверхность пленки при напряжении на батарее 55 В**



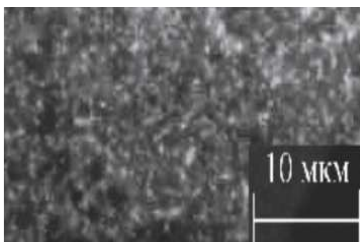
**Рис. 3. Импульс тока при напряжении 250 В**

Полученное покрытие имеет структуру, представленную на рис. 4. При этом средний размер частиц составляет порядка 4 мкм.

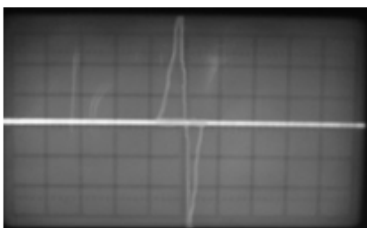
Дальнейшее увеличение напряжения до значения 400 В приводит к взрывному характеру испарения, при этом характерная картина импульсов тока не изменяется, однако процесс испарения проволоки металла сократился во времени (рис. 5).

Полученные частицы имеют размеры, которые на порядок меньше, что подразумевает их использование в качестве наноструктурных компонентов (рис. 6).

Помимо увеличения напряжения немаловажным фактором является расстояние от испаряемого материала до подложки. Так, при увеличении данной величины до 20 мм на подложке наблюдается нарушение сплошности пленки.



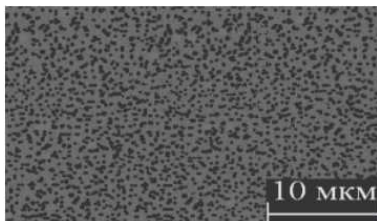
**Рис. 4. Поверхность пленки при напряжении 250 В**



**Рис. 5. Импульс тока при напряжении 400 В**



**Рис. 6. Поверхность пленки при напряжении 400 В**



**Рис. 7. Нарушение сплошности пленки при увеличении расстояния до подложки**

Таким образом, в работе показано, что, изменяя электрические параметры при «взрывном» испарении, возможно получать пленки металлов и сплавов для использования в производстве отражающих и проводящих покрытий в радио- и оптоэлектронике.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Получение нанопорошков вольфрама методом электрического взрыва проводников / А.П. Ильин, О.Б. Назаренко, Д.Б. Тихонов, Г.В. Яблуновский // Изв. Том. политехн. ун-та. – 2005. – Т. 308, № 4. – С. 68 – 70.