

Установка магнетронного распыления

Н.И.Сушенцов

Марийский государственный технический университет
424000 Россия, Йошкар-Ола
e-mail: sni@mari-el.ru

Тонкие пленки различных материалов находят широкое применение во многих областях науки и техники. Это, прежде всего проводящие, полупроводниковые, диэлектрические, защитные и другие функциональные слои в электронике.

Сегодня существуют различные способы формирования пленок. Среди вакуумных методов получения наиболее широко применяются методы ионного распыления. Для данных методов характерны неравновесные условия кристаллизации. При этом кристаллографическое строение в значительной мере определяется условиями их получения.

Магнетронное распыление – метод ионного распыления, характерной особенностью которого является наличие магнитного поля у распыляемой поверхности мишени, позволяющей локализовать плазму, и тем самым повысить скорость распыления. Распыленные с мишени атомы осаждаются на подложке в виде пленки.

Развитие методов магнетронного распыления, появление несбалансированных магнетронов позволило значительно расширить область применения магнетронного распыления. За счет особой конфигурации магнитного поля данного магнетрона, ионизация рабочего газа и распыленных частиц происходит не только у поверхности мишени, но и на всем протяжении от мишени до подложки, т. е. рост пленки осуществляется в условиях ионной бомбардировки. Степень ионизации распыленных частиц составляет 10 % и более. Ионная бомбардировка растущей пленки оказывает сильное влияние на микроструктуру и строение кристаллической фазы. Особенно важна ионная бомбардировка подложки при выращивании пленок реактивным распылением. Это, прежде всего пленки нитридов, оксидов и карбидов металлов, которые находят широ-

кое применение в электронике и машиностроении.

Механизм конденсации атомов материала мишени на подложке происходит по нормальному закону [1]. Так как основная масса конденсирующегося материала поступает в перпендикулярном к подложке направлении, пленки имеют столбчатую (волоконистую) структуру, где промежуток между волокнами заполняет аморфная фаза. Механизм роста пленки зависит от многих факторов, как управляемых, так и неуправляемых (рабочего давления в камере распыления, температуры подложки и др.). Хотя физика этих процессов достаточно хорошо изучена экспериментально, дать им количественную оценку, особенно для реальных физических процессов, практически невозможно. Поэтому в настоящее время фактически нет моделей, с помощью которых можно было бы вычислить параметры (электрические, магнитные, механические и др.) пленки и зависимости от технологических режимов и исходных материалов пленки и подложки. Диаметр отдельных волокон составляет 20–100 нм, что придает пленкам особые свойства, позволяющий их рассматривать как объект нанотехнологий.

При данных условиях особенно актуальным становится применение автоматизированной системы управления технологическим процессом, что позволит не только получить пленки заданного строения, но и обеспечить воспроизводимость полученных результатов.

Структурная схема автоматизированной системы управления установкой представлена на рис. 1. Общий вид данной установки представлен на рис. 2. В данной установке применены несбалансированные магнетроны с диаметром мишени 90 мм.

Установка представляет собой 6 функционально обособленных блоков, свя-

занных в одну информационную сеть (RS-485), управляемую ЭВМ. Кроме режима управления с ЭВМ возможен ручной режим управления, тогда ЭВМ выполняет режим мониторинга.

Блок управления установкой магнетронного распыления выполнен на базе одноплатного компьютера, работающего под ОС Windows CE 5. Он осуществляет управление вакуумной системой, системой охлаждения, нагрева и перемещения подложек. Управление технологическим режимом осаждения пленок возможно как в ручном, так и автоматическом режиме. Цифровой ионизационно-термопарный вакуумметр служит для измерения давления в вакуумной камере. Данные по дополнительному цифровому каналу поступают в 2-х канальный электронный натекагель, служащий для

поддержания заданного давления и пропорции газовой смеси.

Блоки питания магнетрона работают в импульсном режиме и имеют защиту от короткого замыкания и систему гашения микродуг. Структурная схема блока питания и осциллограммы напряжения на мишени представлены на рис. 4.

Разработанная установка позволяет получать пленки чистых металлов, а также их оксидов, нитридов и карбидов.

Список литературы

[1]. Белянин А. Ф. Получение пленок AlN (Обзор) // Материалы 7 Международного симпозиума «Тонкие пленки в электронике». Йошкар-Ола. 1996. С. 167-112.

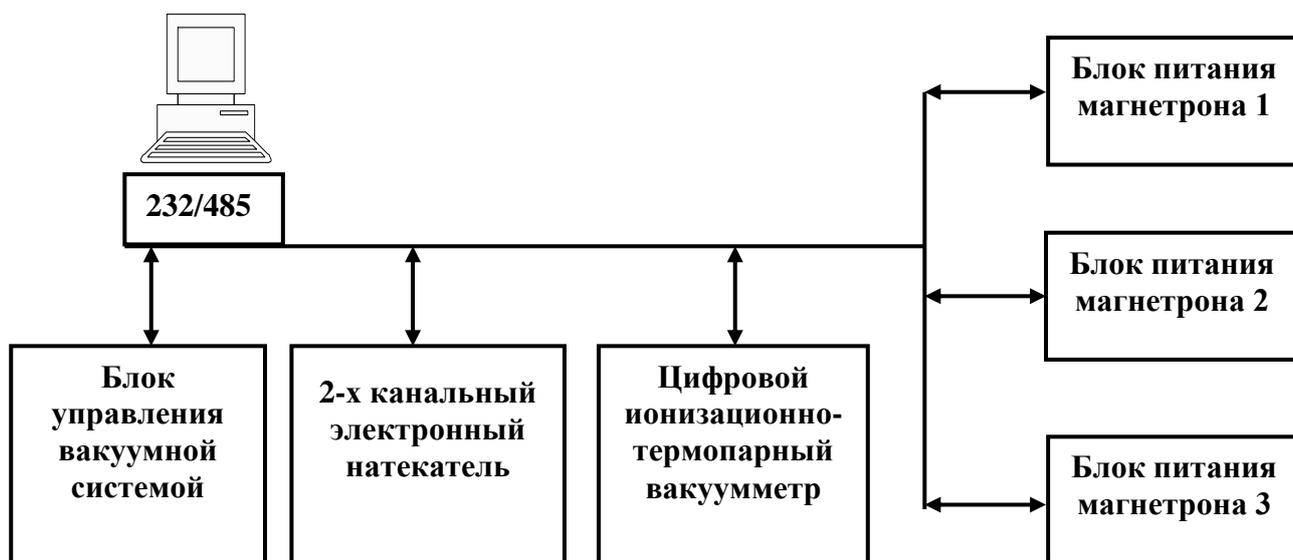


Рис.1. Структурная схема автоматизированной системы управления установкой



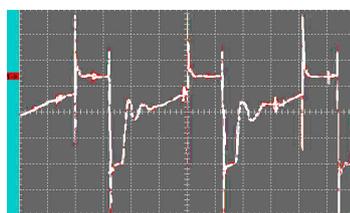
а)
 Рис.2. Общий вид установки магнетронного распыления:
 а – установка, б – магнетроны

б)

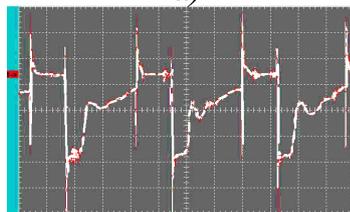


Рис. 3. Общий вид панели управления вакуумной установкой, вакуумметра и электронного нагревателя.

Рис.4. Структурная схема импульсного источника питания магнетрона и осциллограммы напряжения на мишени из молибдена ($Y=200$ В/дел, $X=10$ μ с/дел.): а) $I = 3,2$ А, б) $I = 3,0$ А.



а)



б)