

альную футерованную трубу. Для этих же целей применяется электромагнитное перемешивание металла в ковше.

Недостатком вакуумирования в ковше является ограниченная продолжительность обработки вследствие довольно значительного охлаждения металла и разливка вакуумированной стали на воздухе, что приводит к повторному поглощению газов. Для поддержания необходимого температурного режима возможен дуговой или индукционный подогрев металла в ковше. Для исключения повторного поглощения газов применяют разливку вакуумированного металла в защитной атмосфере.

УДК 621.793.1

Мартинкевич Я. Ю.

ВЛИЯНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА СВОЙСТВА ПОКРЫТИЙ

БНТУ, г. Минск

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Комаровская В. М.

При магнетронном распылении кроме напыляемого материала подложку бомбардируют ионы и электроны, как схематично показано на рисунке 1. Кроме того, должно приниматься во внимание излучение от плазмы, а иногда и от горячей поверхности мишени.

Воздействия высокоэнергетичных частиц на поверхность твердого тела приведены на рисунке 1 [1], из этого рисунка ясно, что энергия частиц значительно влияет на процесс роста покрытия.

Многие авторы сообщают о зависимости свойств покрытий от параметров осаждения, например, рабочего давления, мощности разряда и температуры подложки, но в тоже время недостаточно данных о прямой корреляции между параметрами плазмы, такими как энергия ионов, температура электронов, отношение распыленных атомов к отраженным ионам на подложке и характеристиками пленок.

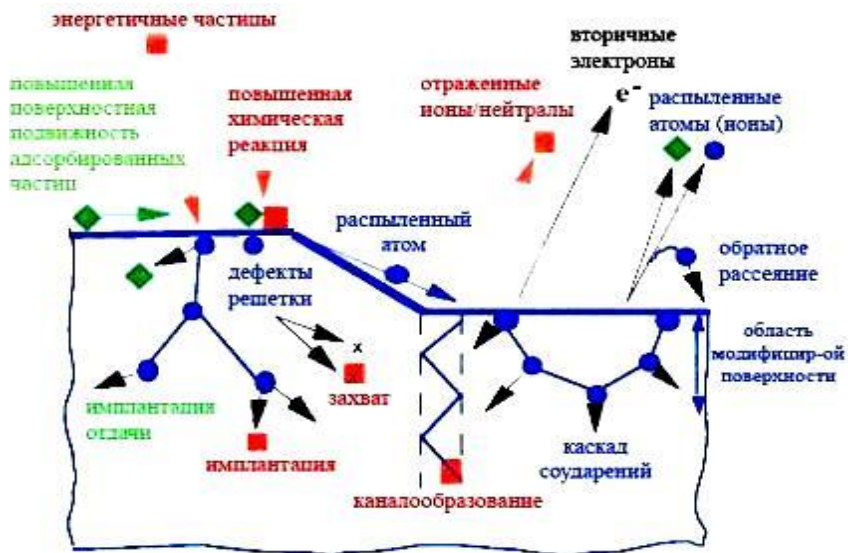


Рисунок 1 – Воздействие высокоэнергетических частиц на поверхность твердого тела

Важным параметром при нанесении покрытий является тепловая мощность или энергия, подводимая магнетроном, которая определяет равновесную температуру подложки и растущей пленки. В то время как тепловая мощность для высокочастотного магнетронного разряда почти не зависит от рабочего давления, в разряде на постоянном токе происходит существенное уменьшение тепловой мощности подложки при увеличении давления с 0,08 до 0,8 Па. В большинстве случаев тепловое воздействие на подложку в ВЧ разряде больше, чем в разряде на постоянном токе (при одинаковой средней мощности) [2]. Энергия, подводимая к подложке (и растущей пленке), является результатом воздействия различных частиц:

- электронов и ионов из плазмы (P_e и P_i);
- нейтральных частиц, которые формируют пленку;
- (быстрых) нейтральных частиц рабочих газов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Wendt R. Thermal power at a substrate during ZnO:Al thin film deposition in a planar magnetron sputtering system. / R. Wendt, K. Wiesemann. – J. Appl. Phys., 2006. – P. 2115–2122.
2. Mattox, D.M. Particle bombardment effects on thin-film deposition: A review. / R.K. Waits. – Vac. Sci. Technol., 2002. – № 3. – P. 1105–1114.

УДК 621.793.1

Мартинкевич Я. Ю.

МАГНЕТРОННЫЙ РАЗРЯД ПРИ НАНЕСЕНИИ ПОКРЫТИЯ

БНТУ, г. Минск

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Комаровская В. М.

Основной особенностью магнетронного разряда является локализация плазмы перед мишенью (катодом) [1]. Это достигается за счет комбинации электрических и магнитных полей. Величина напряженности магнитного поля составляет приблизительно 50–200 мТл, так чтобы электроны находились под влиянием магнитного поля, а ионы нет. Электроны, находящиеся в скрещенных электрических и магнитных полях, движутся по траектории типа циклоиды, что приводит к очень высокой эффективности ионизации. Поэтому, магнетронный разряд может поддерживаться при низких давлениях ($<10^{-2}$ Па) и/или более высоких плотностях тока, чем в обычном тлеющем разряде.

Принципиальная схема магнетронного разряда показана на рисунке 1. Поверхность мишени, находящаяся над полюсами магнитной системы, интенсивно распыляется и имеет форму замкнутой дорожки, геометрия которой определяется магнитной системой.

При подаче отрицательного напряжения на катод возбуждается аномальный тлеющий разряд. Наличие магнитного поля позволяет локализовать плазму разряда у мишени. Эмити-