Управление осаждением заряженных частиц из плазмы вакуумно-дугового разряда

Д.К. Кострин1, А.А. Лисенков2

1Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ»,
 г. Санкт-Петербург, Россия, dkkostrin@mail.ru
2Институт проблем машиноведения РАН, г. Санкт-Петербург, Россия,
 lisran@yandex.ru

Особенностью формируемого вакуумно-дуговым разрядом потока металлической плазмы является наличие в нем заметного количества частиц материала катода: твердых осколков и капельных образований, приводящих к снижению качества формируемого покрытия, за счет ухудшения микрорельефа и возникновения пористости в его структуре.

Необходимость уменьшения содержания капельных образований определяется областью их применения, так как для всех без исключения покрытий данный недостаток является источником локальных напряжений и первопричиной их преждевременного разрушения.
За счет снижения тока дуги не удается значительно сократить как общее количество капельных образований в потоке, так и их размеры [1]. С уменьшением тока в 2,5 раза относительное содержание капельной фазы в конденсате уменьшается лишь на 20…25%, хотя общий объем распыляемого материала при этом снижается более чем в 5 раз.

Для избегания попадания нейтральных частиц и капельных образований на обрабатываемую поверхность применялись специальные системы транспортировки плазменного потока [2, 3]. Скорость роста формируемого покрытия, при условии полной очистки плазменного потока, определяется исключительно плотностью ионного тока на деталь. В процессе осаждения определяющее значение имеет энергия конденсирующихся частиц, влияющая не только на адгезию формируемого покрытия с подложкой, но и на его структуру, состав и наличие образующихся дефектов [4].

Качество покрытия и возникновение текстуры роста покрытия определяется условиями конденсации. Решающая роль в этом принадлежит температуре подложки. Для каждой пары: конденсат–подложка, при заданной скорости осаждения существует своя температура подложки, при которой происходит рост кристаллически-ориентированной пленки.

Изменение ускоряющего потенциала позволяет регулировать энергию осаждающихся ионов, а, следовательно, и управлять протеканием технологического процесса. Подводимая к твердому телу энергия расходуется в основном на увеличение запаса внутренней энергии кристалла, состоящей из кинетической энергии тепловых колебаний и потенциальной энергии взаимодействия частиц, находящихся в узлах кристаллической решетки.

Использование систем сепарации снижает плотность ионного тока поступающего на деталь и открывает возможность управления поступлением частиц разного заряда на деталь. В этом случае использовался источник питания, вырабатывающий сигнал разной полярности. При отрицательном потенциале на деталь поступает ионная составляющая потока плазмы, обеспечивающая формирование покрытия. При положительном потенциале – электронная составляющая обеспечивает разогрев детали и создает условия для протекания диффузии атомов осаждаемого металла. Кроме этого, данный режим обеспечивает формирование чередующихся нанослоев.

Литература

1. Лисенков А.А., Фролов В.Я. Вакуумно-дуговые устройства. – СПб.: Изд-во политехн. ун-та СПбГПУ. 2008. – 248 с.
2. Барченко В.Т., Ветров Н.З., Лисенков А.А. Технологические вакуумно-дуговые источники плазмы – СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ». 2013. – 243 с.