

написание $Ti(C,N)$, так как содержание углерода может быть различным) находит применение как в качестве твердого покрытия на инструмент, так и снижающего трение покрытия на детали машин. Покрытие ZrN эффективно снижает наростообразование при обработке алюминиевых и титановых сплавов. Покрытие Ti_2N имеет высокое содержание титана и при нанесении на режущий инструмент облегчает обработку материалов, дающих сливную стружку. Оно также применяется для прецизионных вырубных инструментов.

В целом, покрытие должно способствовать снижению трения в зонах фрикционного контакта (на передней и задних поверхностях инструмента) и уменьшать мощность фрикционных источников тепла, повышать температурный порог начала адгезии, снижать активность диффузионных процессов, что оказывает благоприятное влияние на снижение интенсивности изнашивания инструмента.

УДК 621.793

Мицкевич А.Ю.

ПРИМЕНЕНИЕ МАГНЕТРОННОГО МЕТОДА ДЛЯ СОЗДАНИЯ ИНТЕРФЕРЕНЦИОННЫЕ ОПТИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ

БНТУ, г. Минск

Научные руководители: Фёдорцев В.А., Луговик А.Ю.

В работе рассматривается метод магнетронного напыления, позволяющий получать покрытия практически из любых металлов, сплавов и полупроводниковых материалов без нарушения стехиометрического состава. История развития интерференционных оптических покрытий насчитывает несколько десятков лет. Однако актуальность их дальнейшей разработки в настоящее время не уменьшается. Наблюдаемый переход от микро- к наноэлектронике подстегивается развитием оптоэлектронных

устройств. Интегральная микроэлектроника заменяется интегральными устройствами по обработке оптического сигнала.

Физическая сущность процесса нанесения покрытий методом магнетронного распыления проиллюстрирована на рис. 1, где представлена схема нанесения покрытий методом магнетронного распыления:

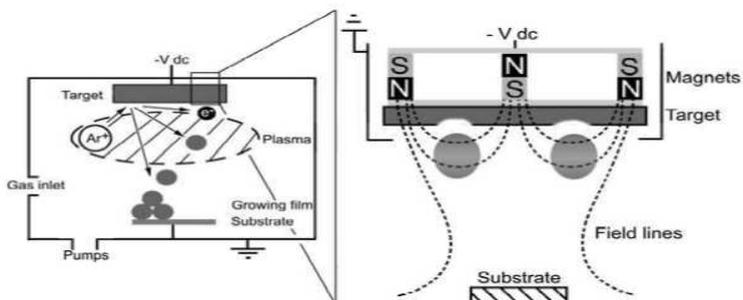


Рисунок 1 – Схема процесса нанесения покрытий методом магнетронного распыления (слева); схема несбалансированного магнетрона (справа)

При подаче отрицательного потенциала $-V_{dc}$ на поверхности катода-мишени магнетрона зажигается аномальный тлеющий разряд. Электроны, двигаясь по циклоиде вдоль силовых линий магнитного поля (Field lines), ионизируют рабочий газ – аргон (Ar). Ионы Ar^+ , ускоряясь в прикатодном электрическом поле мишени, бомбардируют ее поверхность. Происходит процесс распыления мишени, в результате которого с ее поверхности вылетают металлические атомы со средней энергией 10-20 эВ, соответствующие материалу мишени (например, Ti, Al, Cr и др.) и вторичные электроны.

Металлические атомы перемещаются к поверхности подложки (Substrate), на которой происходит их послойное осаждение с формированием определенной структуры покрытия. Вторичные электроны захватываются силовыми линиями магнитного поля («арочным» полем на поверхности мишени

и «аксиальным» полем, оттекающем от мишени к подложке). Чем выше степень «несбалансированности» магнетрона, тем больше вторичных электронов захватываются «аксиальным» полем. Электроны ионизируют рабочий газ, при этом одна часть ионов (образованная в «арочном» поле) осуществляет распыление мишени, другая часть – каналируется «аксиальным» полем к поверхности подложки. При подаче на подложку отрицательного потенциала смещения – $U_{см}$ ионы ускоряются в электрическом поле подложки и осуществляют бомбардировку поверхности растущего покрытия.

Магнетронный метод нанесения оптических покрытий отличается следующими преимуществами:

1. Полное отсутствие микрокапель (микрочастиц) в генерируемой плазме и, соответственно, в структуре покрытия.

2. Высокая, сравнимая с дуговым методом, скорость нанесения покрытий.

3. Высокая степень ионизации плазмы, обеспечивающая требуемый уровень ионной бомбардировки для получения высокой поверхностной мобильности осаждаемых атомов.

4. Возможность синтеза нанокompозитных структур при относительно низких температурах (200-300⁰С).

5. Относительная простота масштабирования метода от лабораторных условий до промышленного применения.

6. Высокая степень контроля и возможность тонкой настройки параметров магнетронного разряда и, соответственно, состава и структуры покрытия.

Данный метод является одним из вариантов создания высоконадежных многослойных интерференционных покрытий с необходимыми оптическими характеристиками на основе тугоплавких оксидов и аморфных полупроводников.