

АНАЛИЗ КАЧЕСТВА ПОКРЫТИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УЧАСТКА ВАКУУМНОЙ УСТАНОВКИ

Железнёв А. И., Хаджинов М. К.

Кафедра систем управления, Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

Минск, Республика Беларусь

E-mail: zhelezonsany@gmail.com

Рассматривается структура технологического участка вакуумной установки. Анализируется вопрос качества получаемого покрытия и методах его повышения. Выявлены экономически выгодные методы повышения качества покрытия подходящие для условий реального производства.

ВВЕДЕНИЕ

Метод вакуумного осаждения материала является одним из способов получения тонкопленочных покрытий. Для того, чтобы получить такие покрытия для массового использования в установках подобного рода применяется система непрерывной подачи тележек в зону напыления.

В такой системе обязательно присутствует участок, где происходит непрерывное осаждение материала на перемещающиеся тележки, которому уделяется особое внимание, поскольку именно благодаря процессам, происходящим в нем, на выходе получаем покрытие, готовое к дальнейшему использованию. Этот участок носит название технологическим, а соответствующая камера – технологической. В связи с этим для такого технологического участка вакуумной установки необходимо определить параметры, влияющие на качество получаемого покрытия.

I. ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УЧАСТКА

Технологический участок состоит из транспортной и осаждающей систем (см. рис. 1).

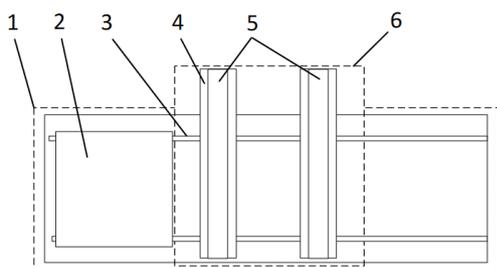


Рис. 1 – Структурная схема технологического участка (1 – транспортная система, 2 – тележка, 3 – направляющие, 4 – технологическая защита, 5 – устройства осаждения, 6 – система осаждения)

Следует отметить, что транспортная система состоит из тележки линейно перемещающаяся по направляющим. Система осаждения состоит из устройств осаждения материала, которые оснащены технологической защитой для предотвращения влияния устройства одной позиции на покрытие в другой. Задачей этого участка является осаждение материала на подложки, рас-

положенные на тележке и движущиеся с технологической скоростью по направляющим под устройствами осаждения.

II. ПАРАМЕТРЫ КАЧЕСТВА ПОКРЫТИЯ

Качество осаждения является одной из главных задач любого типа вакуумных установок. Под качеством осаждения понимают значения показателей, которые в наиболее полном объеме характеризуют качество покрытия. Такие параметры включают в себя:

- пористость;
- неравномерность;
- адгезионная способность.

Под пористостью понимают степень заполнения нанесенного покрытия порами. Показателем равномерности оценивают неизменность параметров нанесенного покрытия на подложки. Адгезионная способность же характеризует силу сцепления материала осаждения и напыляемые подложки [1].

III. МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПОКРЫТИЯ

В условиях производства, такие параметры качества покрытия как пористость и адгезионная способность улучшаются путем конструктивного изменения технологического участка вакуумной установки. Нередким случаем модернизируется система нагрева и устройства осаждения вакуумной камеры, причем для сохранения микроструктуры в объеме детали, должен производится нагрев в диапазоне 200 – 300°С. Также для улучшения этих показателей проводится предварительная подготовка подложек, на которые будет осаждаться материал [2].

С таким параметром покрытия, как неравномерность, не все так просто, поскольку на него может влиять целый комплекс факторов, таких как: устройство осаждения, способ подачи в зону осаждения и метод осаждения материала.

В большинстве установок, предназначенных для большого числа покрытий, используется метод магнетронного осаждения материала. Это связано с тем, что он позволяет производить про-

цесс осаждения длительное время без замены материала осаждения на соответствующем устройстве.

Магнетронные устройства осаждения бывают различных типов. В комплексе со способом подачи тележек в технологическую зону они в значительной мере влияют как на неравномерность покрытия, так и качества покрытия в целом.

Зачастую магнетронные устройства обладают таким недостатком, как краевой эффект. Это вызвано тем, что магнитное поле магнетрона ослабляется у краев устройства и равномерно вдоль основной части устройства [3]. В свою очередь это приводит к тому, что покрытие получается неравномерным ближе к краям магнетронного устройства осаждения (см. рис. 2).

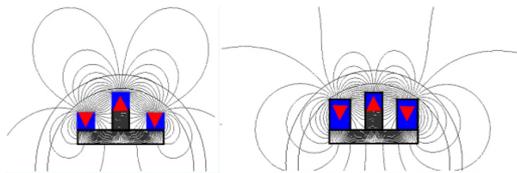


Рис. 2 – Краевой эффект сбалансированного и несбалансированного магнетронов

На практике для устранения краевых эффектов магнетронных устройств осаждения применяются соответствующие методики.

1. Устанавливают дополнительные экраны и магниты внутри технологической камеры напыления (см. рис. 3);
2. смещают все подложки к центру зоны напыления, в которой магнитное поле постоянно;
3. заменяют магнетроны на более сбалансированные, магнитное поле которых учитывает краевые эффекты;
4. анализируют влияние параметров подачи подложек в зону осаждения на качество получаемого покрытия.

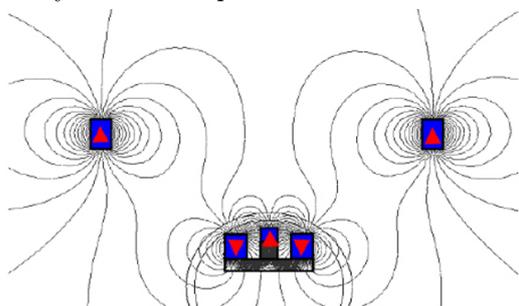


Рис. 3 – Устранение краевого эффекта путем введения дополнительных магнитов

IV. РАЦИОНАЛЬНОСТЬ МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПОКРЫТИЯ

Одним из самых приемлемых способов модернизации устройств распыления с экономической точки зрения – установка дополнительных экранов и магнитов внутри камеры напыления.

В этом случае можно добиться требуемого качества покрытия не меняя параметры транспортной системы, что позволит работать ей с максимальной производительностью и загрузкой оборудования.

Смещение всех подложек напыления ближе к центру напыляемой зоны будет являться экономически невыгодным решением, поскольку необходимо будет заменить все циркулирующие тележки в транспортной подсистеме вакуумной установки, поскольку даже одна тележка без изменений может привести к увеличению числа отбракованных покрытий.

Для туннельного вакуумного оборудования модернизация путем замены магнетронов на более сбалансированный также является экономически невыгодным решением, поскольку в зоне напыления находится сразу несколько устройств осаждения с различными материалами. От модернизации путем замены устройства напыления производитель покрытий на подложки потеряет вдвойне: убыток за счет покупки новых распылительных устройств и модернизация места их крепления к установке, а также за счет нереализованной выгоды с текущих магнетронных устройств.

Анализ влияния параметров транспортной системы на качество получаемого покрытия также является экономически выгодным способом устранения краевого эффекта. В этом случае подбираются такие параметры устройства осаждения и движения тележек, на которые краевой эффект не будет оказывать никакого влияния.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ качества покрытия, получаемого путем вакуумного осаждения материала в условиях массового осаждения на подложки, показал, что на получаемое покрытие оказывают влияние такие параметры как пористость, адгезионная способность и неравномерность. Причем последнему уделяется особое внимание в таких системах. Из рассмотренных методов устранения неравномерности покрытия наиболее экономически выгодными являются установка дополнительных экранов и магнитов, а также исследование параметров движения и устройств осаждения.

1. Физические основы вакуумной техники : учеб. пособие / А. Б. Беркин, А. И. Василевский. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2014. – 84 с.
2. Джурицкий Д. В. Структура и свойства функционально-градиентных покрытий из аморфных и микрокристаллических сплавов, полученных методом сверхзвукового «холодного» газодинамического напыления для создания конкурентоспособных изделий – СПб, 2006. – 121 с.
3. Прикладная электроника [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://apelvac.com/catalog/15/index.html>. – Дата доступа: 08.10.2020.