Источники питания смещения (Bias) для PVD-установок

Источники питания смещения (Bias) для PVD-напыления: режимы и выбор

Источник питания смещения (Bias) подаёт отрицательный потенциал на подложку — обрабатываемые детали — при вакуумном PVD-напылении и ионном упрочнении. В стойке питания он работает вместе с источниками питания магнетронов и плазмогенераторами ПИНК (плазменный источник с накальным катодом). Магнетрон распыляет металл, ПИНК создаёт плотную плазму, а блок смещения задаёт энергию ионов и ускоряет их к подложке. От стабильности потенциала, частоты импульсов и скорости дугогашения зависят адгезия, плотность и структура покрытия.

ГРАНИТ-ИТТ разрабатывает и производит отечественные источники смещения серии СПЭС с быстрой дугозащитой. Они подходят для модернизации вакуумных установок серий ННВ, ВУ и аналогов и для замены импортных генераторов смещения.

Задачи источника смещения

Контролируемое отрицательное напряжение на подложке решает четыре задачи:

- **Ионная очистка и активация поверхности.** В начале цикла на детали подаётся высокое напряжение — до 1500 В. Ионы аргона снимают оксидные плёнки и загрязнения, что обеспечивает адгезию покрытия.
- **Уплотнение растущей плёнки.** Ионы металла под действием смещения уплотняют осаждаемый слой и устраняют столбчатую пористость.
- **Управление напряжениями и текстурой.** Меняя напряжение смещения, технолог регулирует твёрдость, пластичность и фазовый состав покрытия.
- **Снижение нагрева деталей.** Импульсное смещение позволяет бомбардировать подложку без перегрева — это важно для теплочувствительных сталей и сплавов.

Режимы работы и типы блоков смещения

Тип источника выбирают по покрытию: проводящее оно или диэлектрическое.

DC Bias — источники смещения постоянного тока

Непрерывно держат заданный отрицательный потенциал.

- **Применение:** чистые металлы, проводящие нитриды и карбиды (TiN, CrN) на токопроводящих подложках.
- **Требование:** быстрая реакция на микродуги — не более 500 нс. На постоянном токе дуга легко становится устойчивой и может прожечь деталь.

Pulsed DC — импульсные однополярные источники смещения

Выдают отрицательные импульсы с регулируемой частотой до 150 кГц и коэффициентом заполнения, часто используется в установках ионно-плазменного азотирования.

- **Применение:** износостойкие и твёрдые покрытия на инструменте, деталях машин и пресс-формах.
- **Особенность:** паузы между импульсами снижают тепловую нагрузку, поэтому сталь не отпускается и основа сохраняет твёрдость.

Bipolar Bias — биполярные и асимметричные источники смещения

Чередуют рабочий отрицательный импульс с коротким положительным.

- **Применение:** алмазоподобные (DLC), оптические и многослойные диэлектрические покрытия.
- **Особенность:** положительный импульс снимает заряд, который накапливается на поверхности подложки и растущей диэлектрической плёнки. Это подавляет микродуги и даёт стабильный рост изолирующих слоёв.

Синхронизация с HiPIMS

Импульсные источники смещения поддерживают аппаратную синхронизацию с HiPIMS-генераторами магнетронного распыления, импульсная мощность которых достигает единиц мегаватт.

Смещение подаётся на подложку в момент прихода потока ионизированного металла. В паузах между импульсами магнетрона смещение снижается или отключается: подложку не греют ионы газа, а в плёнку встраивается меньше аргона.

Критерии выбора источника смещения

Критерий	Диапазон	На что влияет
Максимальное напряжение	до 1500 В	Интенсивность ионной очистки и энергия ионов при напылении
Выходной ток / мощность	10–100+ А / до 40+ кВт	Площадь одновременной загрузки деталей в камеру
Частота	0 (DC) — 150 кГц	Температура подложки и снятие заряда на диэлектриках
Скорость дугогашения	< 500 нс	Защита деталей от дугового пробоя и снижение брака
Интерфейсы	RS-485, Modbus	Дистанционное управление и встраивание в АСУ ТП установки

Частые вопросы

Какой источник смещения нужен для DLC-покрытий?

Биполярный или асимметричный: положительный импульс снимает заряд с диэлектрической плёнки и не даёт развиваться микродугам.

Можно ли заменить импортный блок смещения без переделки установки?

Да — источник подбирается под напряжение, ток и интерфейсы управления вашей стойки.

Можно ли синхронизировать источник смещения с существующим HiPIMS-генератором?

Да, уточните сигналы и тип синхронизации при заказе.

Итоги

Источник смещения определяет качество PVD-покрытия: адгезию, плотность и нагрев деталей. Отечественные инверторные блоки смещения с быстрой дугозащитой и импульсной синхронизацией заменяют импортные источники — например, Advanced Energy и TRUMPF Hüttinger — и позволяют стабильно выпускать инструмент и детали с заданными свойствами покрытия.

Подберите источник смещения для вашей установки

Нужна модернизация стойки питания, замена импортного генератора смещения или блок Bias под новый техпроцесс? Заполните форму — инженеры ГРАНИТ-ИТТ рассчитают конфигурацию под вашу установку.