



СОЮЗ СОВЕТСКИХ СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ РЕСПУБЛИК

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

АВТОРСКОЕ СВИДЕТЕЛЬСТВО

№ 1240325

На основании полномочий, предоставленных Правительством СССР, Государственный комитет СССР по делам изобретений и открытий выдал настоящее авторское свидетельство на изобретение:
"Устройство для нанесения покрытий вакуумным торцевым ускорителем плазмы"

Автор (авторы): Гороховский Владимир Ильич, Пискунов Александр Климентьевич и Сквирский Виктор Ефимович

Заявитель: ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ ИНСТИТУТ
СВЕРХТВЕРДЫХ МАТЕРИАЛОВ АН УССР

Заявка № 3806688

Приоритет изобретения 30 октября 1984 г.

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений СССР

22 февраля 1986 г.

Действие авторского свидетельства распространяется на всю территорию Союза ССР.

Председатель Комитета

A handwritten signature in black ink, appearing to be "А.В.И.", written over a horizontal line.

Начальник отдела

A handwritten signature in black ink, appearing to be "В.М.И.", written over a horizontal line.



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 3806688/24-25

(22) 30.10.84

(71) Ордена Трудового Красного Знамени институт сверхтвёрдых материалов АН УССР

(72) В.И. Гороховский, А.К. Шискунов и В.Е. Свирский

(53) 533.9(088.8)

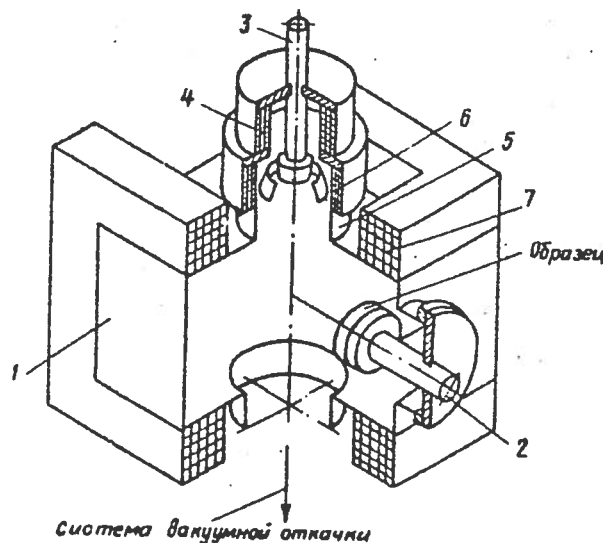
(56) Патент США № 3916034, кл. С 23 С 11/08, опублик. 1971.

Авторское свидетельство СССР № 605425, кл. С 23 С 13/08, 1978.

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ НАНЕСЕНИЯ ПОКРЫТИЙ ВАКУУМНЫМ ТОРЦОВЫМ УСКОРИТЕЛЕМ ПЛАЗМЫ

(57) Устройство для нанесения покрытий, содержащее плазмодод с окружающими его фокусирующим и транспортирующим соленоидами, размещенные в плазмододе торцовый ускоритель плаз-

мы с окружающим его стабилизирующим соленоидом и подложкодержатель, а также систему вакуумной откачки, соединенную с плазмододом, отличающаяся тем, что, с целью упрощения конструкции при расширении диапазона материала покрытий, плазмодод выполнен в виде параллелепипеда, на смежных гранях которого установлены подложкодержатель и торцовый ускоритель плазмы, а транспортирующий соленоид выполнен в виде пространственного П-образного каркаса, составленного из двух параллельных П-образных фигур, соединенных между собой по свободным концам, причем подложкодержатель размещен в центре плоскости, проходящей через вершину П-образного пространственного каркаса, а торцовый ускоритель плазмы размещен в центре одной из его боковых плоскостей.



Изобретение относится к устройствам для генерации плазмы электропроводящих материалов, предназначенным для нанесения покрытий в вакууме способом осаждения конденсата из плазменной фазы, и может быть использовано в машино- и приборостроении, в инструментальном производстве, в электронной технике и других областях народного хозяйства.

Целью изобретения является увеличение производительности процесса нанесения покрытий, упрощение конструкции устройства при одновременном расширении диапазона материала покрытий.

МГД-неустойчивость можно подавить, если создать такое удерживающее магнитное поле, которое имеет минимум в некоторой области пространства, где расположена плазма, и возрастает по мере удаления от этой области в любом направлении. Такое удерживающее магнитное поле известно под названием конфигурации с минимумом индукции В. Поскольку плазма является диамагнетиком, а диамагнетики втягиваются в области слабого магнитного поля, то плазма оказывается заключенной в потенциальные (магнитные) стенки и находится в состоянии устойчивого равновесия. Следовательно, плазма, помещенная в конфигурацию удерживающего поля с минимумом В, устойчива относительно крупномасштабных (МГД) движений.

В рассмотренных ранее торроидальных плазмоведах с магнитными зеркалами существуют области пространства, в которых магнитные силовые линии вогнуты по отношению к плазме. Такая кривизна магнитных силовых линий означает, что в этой области магнитное поле уменьшается в направлении к границам плазмы, т.е. плазма находится на магнитном потенциальном "холме", а не в магнитной потенциальной "яме". Для предотвращения неустойчивости и связанных с такой неустойчивостью потерь в направлении, перпендикулярном магнитному полю, необходимо найти конфигурацию магнитного поля с областью минимального В. Одна из таких конфигураций и представляет из себя пространственный П-образный соленоид. Поперечное сечение плазмы на входе в соленоид более или менее приближается к кругу, а в выходном сечении соле-

ноида вытягивается вдоль направления, параллельного образуемой соленоидом, лежащей в плоскости выходного сечения. Внутри соленоида магнитные силовые линии везде выпуклы по отношению к плазме, так что плазма в любом направлении встречает возрастающее магнитное поле. Таким образом, плазма удерживается в плазмоведе с минимумом В. Форму плазмоведа выбирают такой, чтобы ее мог охватить пространственный П-образный соленоид, витки которого располагались вдоль ребер плазмоведа. Такому условию соответствует параллелепипед.

На чертеже схематично изображено устройство для нанесения покрытий вакуумным торцовым ускорителем плазмы.

Устройство состоит из параллелепипедного плазмоведа 1, к смежным граням которого прикреплены подложкодержатель 2 и торцовый ускоритель 3 плазмы, охваченный стабилизирующим соленоидом 4, а патрубок 5 для крепления торцового ускорителя 3 к плазмоводу 1 охвачен фокусирующим соленоидом 6. При этом сам плазмовод 1 охвачен соленоидом 7, выполненным в виде пространственной П-образной фигуры, и подсоединен к системе вакуумной откачки. Витки пространственного соленоида 7 охватывают параллелепипед 1 вдоль ребер так, чтобы выходное сечение соленоида совпало с осью подложкодержателя 2, т.е. чтобы витки соленоида 7 максимально были приближены к подложкодержателю 2.

Устройство работает следующим образом.

На подложкодержатель 2 устанавливают образец, плазмовод 1 герметизируют и производят откачку газа при помощи системы вакуумной откачки до заданного давления. Затем при помощи торцового ускорителя плазмы производят генерацию вакуумной дуги, заряженная часть которой фокусируется магнитным полем фокусирующего соленоида 6. Сфокусированный плазменный поток вводится в параллелепипедный плазмовод 1, где он удерживается магнитным полем пространственного соленоида 7 в области минимального В, расположенной вдоль оси подложкодержателя 2. Затем плазменный поток истекает из плазмоведа 1, но при этом имеет вид в сечении вытянутого овала. Вместе с процессом удержания плазмы в магнит-

ном поле происходит и ее сепарация от макрочастиц и нейтральных атомов, которые генерируются торцовым ускорителем и находятся в потоке. Сепарация осуществляется за счет осаждения незаряженной части вакуумной дуги на стенках параллелепипеда и, кроме того, обеспечивается плазмооптическим эффектом, который основывается на оптической непрозрачности системы. 10

Вытекающая из параллелепипеда плазма соприкасается с образцом, установленным на подложкодержателе, и осаждается на нем в виде покрытий.

П р и м е р. В подложкодержатель 15 вставляют диск из стали 45 диаметром 160 мм и толщиной 5 мм. Катод изготовляют из электролитической меди. Параметры процесса подбирают следующими. Напряжение отрицательного потенциала, подключенного к подложкодержателю, устанавливают равным 100 В, ток дуги подбирают равным 100 А, напряженность магнитного поля фокусирующего и транспортирующего пространственного П-образного соленоидов выбирают равным 160 Э. 25

Затем производят откачку газа из плазмоведа при помощи вакуумной системы, в качестве которой используют 30 вакуумную систему установки "Булат-3Т". Откачку газа производят до установления давления остаточных газов в

плазмоведе, равного 2×10^{-5} мм рт.ст. Затем включают торцовый ускоритель плазмы и одновременно подключают обмотки соленоидов. Производят замеры ионного тока, который достигает значения 2А (в прототипе ионный ток имел максимальное значение 1А). Процесс нанесения покрытий производят в течение 10 мин. При этом толщина слоя медного покрытия составляет 2 мкм. Аналогичная толщина, только алмазоподобной пленки, в прототипе была получена на образце в течение 30 мин. Нанесение медных покрытий в прототипе при аналогичных параметрах проведено не было, так как ионы меди обладают более высокой массой, чем ионы углерода, следовательно, более инерционны, и поэтому большая часть плазмы оседает на стенках плазмоведа, тем самым снижается эффективность устройства.

Экспериментально были опробованы три формы плазмоводов - кубическая, призматическая прямая и собственно параллелепипедная. Из этих трех форм лишь одна (параллелепипедная) дала положительные результаты, которые заключаются в достижении максимально устойчивого плазменного потока и конфигурации магнитного поля с минимумом В.

Редактор Т. Иванова

Составитель Н. Грабчак

Техред О. Гортвай

Корректор М. Самборская

Заказ 582/ДСП

Тираж 336

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета СССР

по делам изобретений и открытий

113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Производственно-полиграфическое предприятие, г. Ужгород, ул. Проектная, 4