



СОЮЗ СОВЕТСКИХ СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ РЕСПУБЛИК

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР  
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

# АВТОРСКОЕ СВИДЕТЕЛЬСТВО

№

1400457

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 торцовым ускорителем плазмы"

Автор (авторы): Гороховский Владимир Ильич, Пискунов Александр Климентьевич, Урюков Борис Алексеевич, Аксенов Иван Иванович, Падалка Валентин Глебович, Стрельницкий Владимир Евгеньевич и Лещинер Яков Аркадьевич

Заявитель: ИНСТИТУТ СВЕРХТВЕРДЫХ МАТЕРИАЛОВ АН УССР,  
ХАРЬКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ АН УССР И  
КИЕВСКОЕ СТАНКОСТРОИТЕЛЬНОЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ  
ОБЪЕДИНЕНИЕ

Заявка № 3807676 Приоритет изобретения 26 сентября 1984 г.

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений СССР

1 февраля 1988 г.

Действие авторского свидетельства распространяется на всю территорию Союза ССР.

Председатель Комитета

Начальник отдела





СОЮЗ СОВЕТСКИХ  
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ  
РЕСПУБЛИК

ЛЮБИМЦЕВ 140457  
ДЛЯ СЛУЖЕБНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ ЭКЗ. № 3

(19) **SU** (11) **1400457** **A1**

(5D) 4 Н 05 Н 1/00

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР  
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 3807676/31-25

(22) 26.09.84

(71) Институт сверхтвердых материалов  
АН УССР, Харьковский физико-техни-  
ческий институт АН УССР и Киевское  
станкостроительное производственное  
объединение

(72) В.И.Гороховский, А.К.Пискунов,  
Б.А.Урюков, И.И.Аксенов, В.Г.Падалка,  
В.Е.Стрельницкий и Я.А.Лешинер

(53) 533.9(088.8)

(56) Авторское свидетельство СССР  
№ 1217238, кл. Н 05 Н 1/00, 1984.

Аксенов И.И. и др. Транспортиров-  
ка плазменных потоков в криволиней-  
ной плазмооптической системе. Физи-  
ка плазмы, т.4, в. 1, 1978, с.758-763.

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ НАНЕСЕНИЯ ПОКРЫ-  
ТИЙ ВАКУУМНЫМ ТОРЦОВЫМ УСКОРИТЕЛЕМ  
ПЛАЗМЫ

(57) Изобретение относится к устрой-  
ствам для генерации плазмы электропро-  
водящих материалов, предназначенным  
для нанесения покрытий в вакууме спо-  
собом осаждения конденсата из плазмен-  
ной фазы и может быть использовано в  
машино- и приборостроении, в инстру-  
ментальном производстве, в электрон-  
ной технике и других областях техни-

ки. Целью изобретения является повы-  
шение качества покрытий за счет бо-  
лее полного улавливания микрочастиц  
и сепарации поверхности катода от  
адсорбированного слоя газа. Устройст-  
во содержит основной заземленный плаз-  
мовод, в котором соосно размещены ис-  
точник металлической плазмы, охвачен-  
ный управляющим соленоидом, и ловушка,  
подложкодержатель, подключенный к ис-  
точнику ускоряющего потенциала, и фо-  
кусирующий соленоид, охватывающий  
плазмод у источника плазмы. Устрой-  
ство снабжено дополнительным плазмо-  
водом, установленным перпендикулярно  
к основному плазмоду между источни-  
ком плазмы и ловушкой, а также двумя  
транспортирующими соленоидами, один  
из которых охватывает дополнительный  
плазмод, а другой - место соедине-  
ния плазмодов под углом  $45^\circ$  к их  
осям, при этом ловушка выполнена в  
виде полого конуса с углом конуснос-  
ти  $\alpha \leq 45^\circ$ , отделенного от плазмодо-  
да изолятором, и установлена основанием  
против источника плазмы с возмож-  
ностью периодического подключения к  
источнику ускоряющего потенциала.  
1 ил.

(19) **SU** (11) **1400457** **A1**



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 и в электронной технике.

Целью изобретения является повышение качества покрытий.

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

Устройство состоит из основного заземленного плазмоведа 1, в котором соосно размещены источник металлической плазмы 2, охваченный управляющим соленоидом 3, и ловушка, выполненная в виде полого конуса 4 с углом конусности  $\alpha \leq 45^\circ$ , отделенного от плазмоведа изолятором 5, и установленная основанием против источника плазмы 2 с возможностью периодического подключения к источнику ускоряющего потенциала 6, и дополнительного плазмоведа 7, установленного перпендикулярно к основному плазмоводу между источником плазмы 2 и конусом 4, причем в дополнительном плазмоводе 7 установлен подложкодержатель 8, подключенный к источнику ускоряющего потенциала (ИПУ) 6.

Кроме того, основной плазмовод 1 у источника плазмы 2 охватывает фокусирующий соленоид 9, дополнительный плазмовод 7 у подложкодержателя 8 охватывает транспортирующий соленоид 10, а место соединения плазмоводов охватывает транспортирующий соленоид 11, расположенный под углом  $45^\circ$  к осям обоих плазмоводов.

Работа устройства осуществляется следующим образом. К подложкодержателю 8 крепят подложку, плазмоводы герметизируют и откачивают из них газ до заданного давления. Затем производят сепарацию поверхности катода, для чего к конусу 4 ловушки подключают источник ускоряющего потенциала 6 и производят запуск источника плазмы 2. О сепарации поверхности катода от адсорбированного газа следят по вакууметру.

В момент запуска источника плазмы 2 давление в плазмоведах возрастает на порядок, а затем после сепарации поверхности катода давление вос-

станавливается до заданного. При сепарации поток плазмы от источника плазмы 2 магнитным полем фокусирующего соленоида 9 транспортируется в сторону ловушки и осаждается на поверхности стенок конуса 4 в виде покрытия. После восстановления давления в плазмоведах источник ускоряющего потенциала подключают к подложкодержателю 8, отключив его от конуса 4, и одновременно подключают транспортирующие соленоиды 10 и 11. В этом случае под действием магнитных полей указанных соленоидов и ускоряющего потенциала на подложкодержателе 8 поток плазмы из основного плазмоведа 1 транспортируется в дополнительный плазмовод 7 и осаждается на подложке в виде покрытий. Одновременно нейтральные атомы и макрочастицы улавливаются конусом 4 ловушки.

**Пример.** В подложкодержатель вставляют диск из Стали 45, диаметром 60 мм и толщиной 5 мм. Катод изготавливают из меди. Конус ловушки выполняют в пяти вариантах с целью определения угла конусности, при котором выполняется цель изобретения, а именно  $35^\circ$ ,  $40^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $50^\circ$  и  $55^\circ$ . Дополнительный плазмовод выполняют так, чтобы подсоединение его к основному плазмоводу можно было бы осуществлять под углами  $+10^\circ$  и  $-10^\circ$  относительно перпендикуляра к оси основного плазмоведа.

Откачку производят до давления  $10^{-5}$  мм рт.ст.

Затем подключают конус ловушки к ИПУ, напряжение отрицательного потенциала которого равно 1 кВ. Производят сепарацию поверхности катода, при этом включают источник плазмы и фокусирующий соленоид, а затем наблюдают за состоянием давления внутри плазмоводов по вакууметру. Давление в течение 5 с работы источников плазмы увеличивается до  $10^{-4}$  мм рт.ст. а затем восстанавливается в течение 20 с. При достижении давления в плазмоведе  $10^{-5}$  мм рт.ст. ИПУ подключают к подложкодержателю, одновременно подключая и транспортирующие соленоиды. В течение 15 с производят ионную очистку покрываемой поверхности подложки. Затем источник плазмы отключают, напряжение отрицательного потенциала устанавливают равным 100 В, подбирают ток дуги источника плазмы



равной 100 А, напряженность магнитного поля фокусирующего и транспортирующих соленоидов подбирают равными 200 Э.

Включают источник плазмы. Процесс нанесения покрытий производят в течение 10 мин. При этом на подложке образуется слой меди толщиной 1,5 мкм.

Экспериментальный подбор угла конусности конуса ловушки осуществляют следующим образом. По очереди вставляют конусы с различными углами конусности, при этом процесс напыления проводят на 10 подложках на каждый конус. Затем исследуют покрытия на наличие капельной фазы при помощи сканирующего микроскопа КАМСКАН-4.

Исследования показали, что капельная фаза в структуре покрытий отсутствует при применении конусов с углами конусности 35, 40, и 45°, а начиная с 50° капельная фаза резко возрастает. Таким образом установлено, что угол конусности ловушки  $\alpha$  должен быть равен или меньше 45°.

Угол конусности ловушки определяется отражательной способностью внутренней поверхности стенки конуса. С увеличением угла конусности количество частиц, рикошетируемых со стенок внутрь конуса, уменьшается, т.е. часть частиц рикошетирует в полость плазмоведа. Поэтому имеется оптимальное значение конусности, при котором

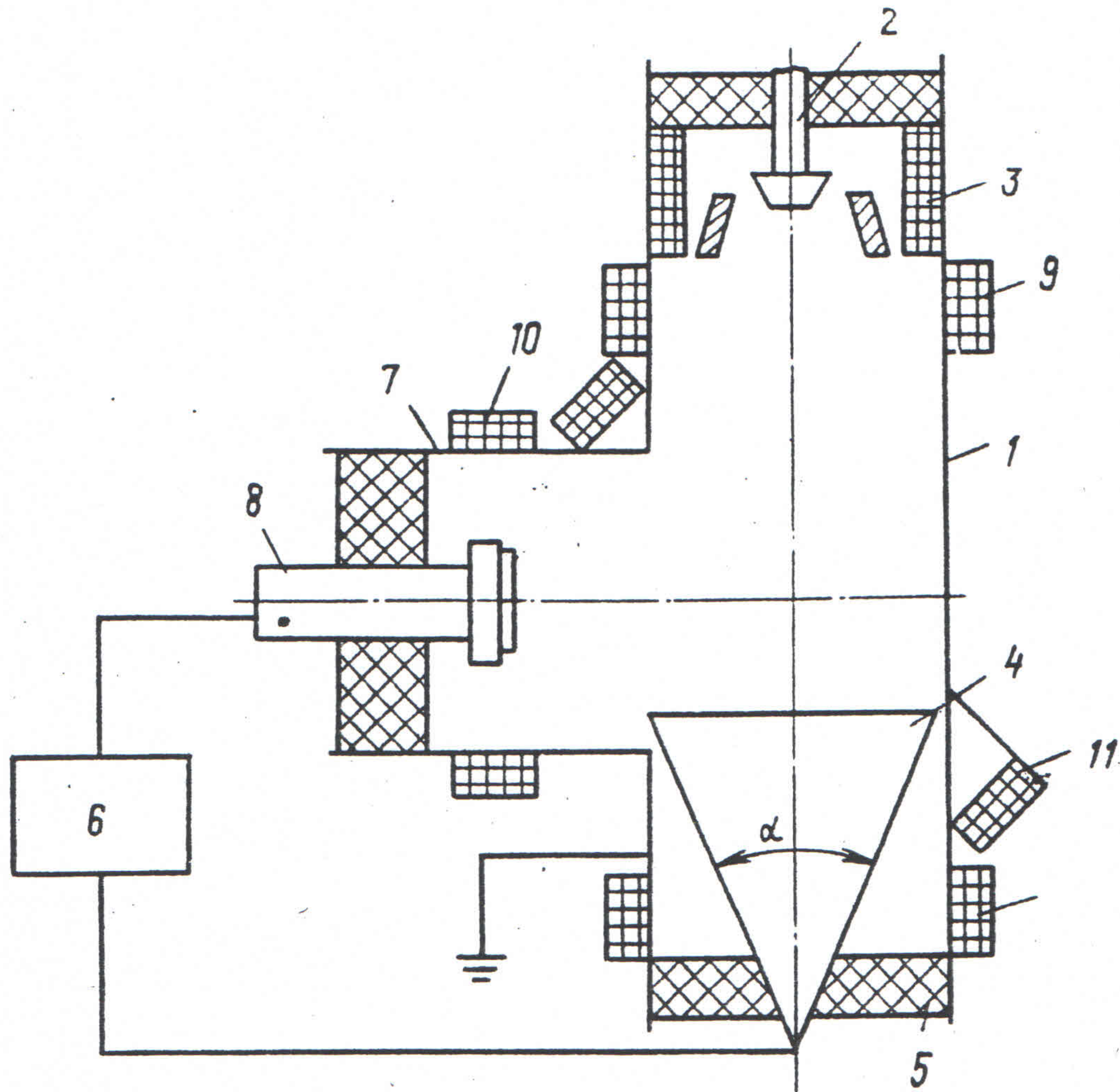
можно полностью уловить все частицы, попавшие на стенки конуса.

С увеличением угла между осями источника плазмы и подложкодержателем увеличивается оптическая прозрачность системы и возможность проникновения микрочастиц в дополнительный плазмовод. При уменьшении этого угла результирующее магнитное поле соленоидов обладает максимальной неустойчивостью, при которой наблюдается большие непроизводительные потери плазмы в виде различных диффузионных утечек.

#### Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Устройство для нанесения покрытий вакуумным торцовым ускорителем плазмы, содержащее плазмовод, в котором соосно размещены источник металлической плазмы, охваченный управляющим и фокусирующим соленоидами, ловушку с соленоидом и подложкодержатель, подключенный к источнику ускоряющего потенциала, отличающееся тем, что, с целью улучшения качества покрытий за счет сепарации плазмы и очистки катода, в него дополнительно введен источник ускоряющего потенциала, соединенный с ловушкой, а выполненной в виде охваченного соленоидом полого конуса с углом конусности  $\alpha \leq 45^\circ$  и установленной основанием против источника плазмы изолировано от плазмоведа.





Редактор Л. Народная

Составитель Н. Грабчак  
Техред Л. Сердюкова

Корректор В. Бутяга

Заказ 479/ДСП

Тираж 341

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