



Государственный комитет
СССР
по делам изобретений
и открытий

О П И С А Н И Е ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(11) 995151

(61) Дополнительное к авт. свид-ву —

(22) Заявлено 09.10.81 (21) 3344514/18-21

(51) М. Кл.³

с присоединением заявки № —

Н 01 J 21/10

(23) Приоритет —

Опубликовано 07.02.83. Бюллетень № 5

(53) УДК 621.383
(088.8)

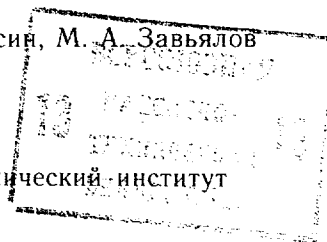
Дата опубликования описания 17.02.83

(72) Авторы
изобретения

В. И. Переводчиков, А. А. Камунин, В. Н. Лисия, М. А. Завьялов
и А. А. Жигарев

(71) Заявитель

Всесоюзный ордена Ленина электротехнический институт
им. В. И. Ленина



(54) ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВАЯ ЛАМПА

1

Изобретение относится к электротехнике, в частности к электронно-лучевым приборам, предназначенным для использования в качестве коммутаторов в цепях постоянного тока и для модуляции высокочастотных сигналов.

Известны электронно-лучевые приборы, содержащие катод, управляющий и ускоряющий электроды и коллектор в виде полого объема с отверстием, служащий для глубокого торможения электронного потока, сформированного в виде луча.

В процессе работы прибора на ускоряющий электрод подается высокий положительный потенциал, определяемый необходимым первеансом [1].

Недостатком прибора является эффект возникновения провисания потенциала в области входного отверстия ускоряющего электрода, обусловленный влиянием пространственного заряда пучка. Это приводит к ограничению первеанса и мощности прибора. Кроме того, аналогичный эффект возникает в области торможения пучка между ускоряющим электродом и коллектором, что снижает КПД устройства.

2

Известна также электронно-лучевая лампа, содержащая вогнутый сферический катод, окруженный фокусирующим электродом, вдоль оси симметрии которых расположены ускоряющий электрод с цилиндрическим пролетным отверстием и полый коллектор с корректирующим электродом.

Для увеличения первеанса в зоне ускорения и торможения пучка лампа снабжена дополнительным прикатодным и приколлекторным электродами, а массивный ускоряющий электрод выполнен с отношением диаметра отверстия к длине прохода для луча меньшим единицы [2].

Недостатком прибора является эффект провисания поля в отверстии ускоряющего электрода, что ограничивает ток прибора и развиваемую им мощность в единичном луче. Структура тормозящего поля на участке между ускоряющим электродом и коллектором также ограничивает первеанс и КПД лампы.

Цель изобретения — повышение мощности электронно-лучевой лампы.

Поставленная цель достигается тем, что электронно-лучевая лампа, содержащая вогнутый сферический катод, окруженный

фокусирующим электродом, вдоль оси симметрии которых расположены ускоряющий электрод с цилиндрическим пролетным отверстием и полый коллектор, снабжена кольцевым катодом, соосно встроенным в ускоряющий электрод, который выполнен полым с накателем газа, и охватывающий катод экранным электродом с кольцевой щелью, расположенной в плоскости кольцевого катода посередине длины цилиндрического пролетного отверстия ускоряющего электрода, где выполнен кольцевой вырез, а также устройством для улавливания ионов.

В лампу может быть введена магнитная линза в виде катушки, встроенной соосно в полый ускоряющий электрод и расположенной симметрично по обе стороны от кольцевого выреза.

Кроме того, лампа может быть снабжена ионной ловушкой, встроенной в сферический катод, а на внутреннюю поверхность полого коллектора нанесено геттерное покрытие.

На чертеже приведена конструктивная схема прибора.

Устройство содержит катодный узел с катодом 1, ускоряющий полый электрод 2 и коллектор 3 в форме цилиндра Фарадея, снабженный корректирующим цилиндрическим электродом 4. Катод выполнен с вогнутой эмиссионной поверхностью 5, снабжен ионной ловушкой 6 и прикатодным фокусирующим электродом 7. Электронный пучок 8 проходит последовательно область 9 ускорения, эквипотенциальную зону 10 и область 11 торможения. В ускоряющий полый электрод посередине его длины встроены дополнительный кольцевой накаливаемый катод 12, экранирующий электрод 13 и катушка 14 магнитной линзы. На внутренней цилиндрической поверхности ускоряющего электрода расположена кольцевая щель 15, а на внешней поверхности имеется патрубок 16 для подачи газа. На торцевых поверхностях ускоряющего электрода формируется плазменная граница 17 и 18, образующая систему из двух плазменных линз, ограничивающих области ускорения и торможения электронного пучка. Плазма дугового разряда заполняет объем 19.

Устройство работает следующим образом.

При подаче ускоряющего напряжения на катод 1 и электрод 2 лампы в области 9 ускорения формируется электронный поток с высокой компрессией (например оптикой Пирса). В полый ускоряющий электрод 2 через патрубок 16 подается рабочий газ (например аргон), расходуемый на формирование выпуклой плазменной границы 17 и 18 на торцах полого ускоряющего электрода 2. Между дополнительным кольцевым катодом 12, экранирующим электродом 13

и внутренней поверхностью электрода 2 горит дуговой разряд, контрагируемый механическим сужением, при этом плазма разряда через кольцевую щель в электроде 2 поступает в эквипотенциальную зону 10. При наложении продольного магнитного поля катушкой 14 электроны плазмы осциллируют вдоль линий поля между плазменными границами 17 и 18, а ионы могут ускоряться как в сторону катода, снабженного ионной ловушкой 6, так и коллектора 3, внутренняя поверхность которого покрыта геттерирующим материалом.

Наличие плазменной сферической границы 17 и 18 на торцах ускоряющего электрода 2 обеспечивает оптимальную конфигурацию эквипотенциальных поверхностей как в области 9 ускорения, так и в области 11 торможения. При этом структура эквипотенциальных поверхностей в области торможения является зеркальным отображением эквипотенциальных поверхностей в области ускорения, что обеспечивает максимальный первеанс и КПД прибора. За счет значительной компрессии пучка в области 9 ускорения площадь входного отверстия в ускоряющем электроде может быть выбрана значительно меньше площади эмиттирующей поверхности 5 катода, что позволяет оптимизировать расход газа в полости ускоряющего электрода 2 и ограничивать интенсивность ионного тока на участке катод 1 — плазменная линза 17 и плазменная линза 18 — коллектор 3. При работе прибора в цепи постоянного тока потенциал коллектора 3 близок к потенциалу катода 1. При этом энергия источника ускоряющего напряжения, подключенного между электродами 1 и 2 расходуется на ускорение электронного потока в области 9. Энергия другого источника, подключенного к электродам 12, 13 и 2 расходуется на нагрев кольцевого накаливаемого катода 12 и на возбуждение и поддержание дугового разряда в объеме 19, ограниченной экранирующим электродом 13 и расположенной ортогонально оси пучка 8. Рабочий газ, подаваемый в полость электрода 2, расходуется на формирование необходимой концентрации ионов на границах плазменных линз 17 и 18. Поскольку потенциалы катода 1 и коллектора 3 при работе прибора примерно равны (за вычетом падения напряжения в приборе), то от плазменных границ 17 и 18 в сторону катода 1 и коллектора 3 происходит непрерывное ускорение ионов, причем величина ионного тока существенно ниже (на два порядка) величины рабочего тока, носителем которого является сформированный в приборе электронный пучок. В итоге баланс газового потока в лампе определяется эффективностью торможения и нейтрализации ионов в ловушке 6 и коллекторе 3.

Формирование плазменных линз 17 и 18 в лампе происходит в результате механического контрагирования плазмы дугового разряда и последующего равномерного расширения плазменного сгустка. Механическое контрагирование (сжатие) разряда достигается благодаря сужению на выходе экранного электрода 13 с трансаксиальным типом симметрии и поступлению плазмы в узкую кольцевую щель 15 в электроде 2, где происходит дополнительное увеличение концентрации заряженных частиц. Ортогональное расположение плоскости кольцевого катода 12 и оси пучка, совпадающей с осью цилиндрической полости электрода 2, обеспечивает гашение продольных скоростей ионов, стабильность и симметрию плазменных границ 17 и 18. Энергозатраты на создание плазменных линз в приборе составляют доли процента от полной мощности. Лампа сохраняет необходимые вакуумные свойства в области ускорения и торможения электронного пучка благодаря механизму самооткачки, когда поступающий в прибор газ сначала ионизируется в разряде, а затем осуществляется формирование, ускорение и нейтрализация потоков ионов, движущихся в сторону катода 5 и коллектора 3.

Модификация лампы с встроенной магнитной линзой 14 обеспечивает повышение стабильности плазменных границ 17 и 18 и, следовательно, КПД прибора, за счет лучшего удержания плазменных электронов в области 10 и обеспечения нейтральности плазмы. Для создания необходимой конфигурации и локализации магнитного поля экранирующий электрод 13 и торцовые части электрода 2 выполнены из магнитного материала, либо применяются встроенные магнитные экраны.

Положительный эффект от применения предлагаемого устройства обусловлен повышением первенса электронно-лучевого прибора за счет создания искусственных плазменных поверхностей, устраняющих дефект отверстия в ускоряющем электроде и обеспечивающих ламинарность электронного потока в области ускорения и торможения. Это позволяет повысить КПД при-

бора за счет уменьшения прямого падения напряжения при работе в вентильном режиме и увеличить единичную мощность.

Использование предлагаемой электронно-лучевой лампы в качестве высоковольтного быстродействующего коммутатора, либо в качестве модулирующего прибора позволяет улучшить технико-экономические показатели систем питания электронно-лучевых технологических установок и электрофизических стендов.

Формула изобретения

1. Электронно-лучевая лампа, содержащая вогнутый сферический катод, окруженный фокусирующим электродом, вдоль оси симметрии которых расположены ускоряющий электрод с цилиндрическим пролетным отверстием и полый коллектор, отличающаяся тем, что, с целью повышения мощности, лампа снабжена кольцевым катодом, соосно встроенным в ускоряющий электрод, который выполнен полым с накателем газа, и охватывающим катод экранным электродом с кольцевой щелью, расположенной в плоскости кольцевого катода посредине длины цилиндрического пролетного отверстия ускоряющего электрода, где выполнен кольцевой вырез, а также устройством для улавливания ионов.

2. Лампа по п. 1, отличающаяся тем, что в нее введена магнитная линза в виде катушки, встроенной соосно в полый ускоряющий электрод и расположенной симметрично по обе стороны от кольцевого выреза.

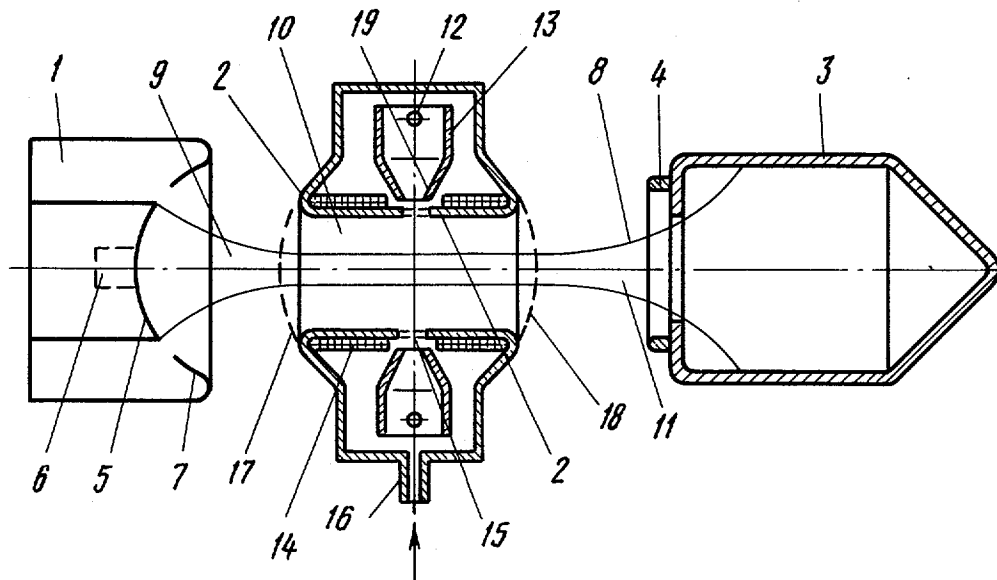
3. Лампа по пп. 1 и 2, отличающаяся тем, что устройство для улавливания ионов выполнено в виде ионной ловушки, встроенной в сферический катод, и геттерного покрытия, нанесенного на внутреннюю поверхность полого коллектора.

Источники информации,

принятые во внимание при экспертизе

1. Авторское свидетельство СССР № 367482, кл. Н 01 J 21/00, 1973.

2. Патент США № 3453482, кл. 315—5, 1969 (прототип).



Редактор Н. Стащишина
Заказ 607/37

Составитель В. Александров
Техред И. Верес
Тираж 701

Корректор Г. Решетник
Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета СССР
по делам изобретений и открытий
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5
Филиал ППП «Патент», г. Ужгород, ул. Проектная, 4