

ЛИТЕРАТУРА

1. Носов Ю. Р., Шилин В. А. Основы физики приборов с зарядовой связью. Изд. Наука, М., 1986, с. 42—55.
2. Арутюнян В. М. Генерационно-рекомбинационные эффекты и двойная инжекция в полупроводниках. АН АрмССР, Ереван, 1977, с. 30—48.
3. Герцель В. А. и др. Особенности электрического пробоя в приборах с зарядовой связью. Микроэлектроника АН СССР, вып. 5, 1979, с. 463—466.
4. Крючков С. М. и др. Особенности электрической активности дефектов упаковки внедрения в ПЗС. Микроэлектроника АН СССР, вып. 2, 1980, с. 150—154.
5. Вьюков Л. А. и др. Локальная генерация в ОПЗ МОП-структур как причина уменьшения времени релаксации с напряжением. Там же, с. 107—113.
6. Ховуз М., Морган Д. Приборы с зарядовой связью. Изд. Энергоиздат, М., 1981, с. 11—18.
7. Барб Д. Ф. Приборы с зарядовой связью. Изд. Мир, М., 1982, с. 54—58, 102—104.
8. Шалимова К. В. Физика полупроводников. Изд. Энергоатомиздат, М., 1985, с. 160—161.

ԼԻՅՔԱՅԻՆ ԿԱՊՈՎ ՍԱՐՔԵՐՈՒՄ ԼԻՅՔԻ ԴԱՇՏԱՅԻՆ ԳԵՆԵՐԱՑԻԱՅԻ ՄԱՍԻՆ

Ա. Ա. ԿԱՐԱԳՅՈՋՈՎ

Դիտված է լիցքային կապով սարքերում ատոմների հարվածային իոնիզացիայի հետևանքով լիցքի գեներացիայի պրոցեսը: Բերված են լիցքի ակտիվացման էներգիայի հաշվարկային կախվածությունները շերտառիմանից, սարքի տարրեր պարամետրերի դեպքում:

TO THE PROBLEM OF FIELD GENERATION OF CHARGE IN CHARGE COUPLED DEVICES

A. A. KARAGJOZOV

The process of charge generation owing to the shock ionization of atoms in CCD is considered. The calculated temperature dependences of the energy of charge activation at different values of the device parameters are given.

Изв. АН Армянской ССР, Физика, т. 25, вып. 4, 238—242 (1990)

УДК 537.523.4

ПЕННИНГОВСКИЙ ИОННЫЙ ИСТОЧНИК ПЕРЕМЕННОЙ ДЛИНЫ В ИМПУЛЬСНОМ РЕЖИМЕ

Р. П. БАБЕРЦЯН, Э. С. БАДАЛЯН, В. Х. ГАРИБЯН,
Ж. Б. ХАЧАТРЯН, А. К. ЧОБАНЯН

Ереванский государственный университет

(Поступила в редакцию 15 марта 1990 г.)

Исследовался пеннинговский ионный источник переменной длины с катодом плоско-острийного типа. Для ячейки с диаметром 30 мм получена плотность ионного тока пучка 1,0 А/см² при его полной величине свыше 100 мА.

Создание простых электродных систем, обеспечивающих импульсные или стационарные потоки заряженных частиц с широким диапазоном энергий и плотностей представляет возрастающий интерес для разных областей науки и техники. К числу таких систем относится разряд Пеннинга с осциллирующими электронами. Разряд этот обладает рядом важных достоинств: возможностью управлять потоком заряженных частиц путем регулирования параметров разряда в широких пределах, обеспечивающих ускорение и формирование ионных потоков внутри ячейки, универсальностью по рабочему газу.

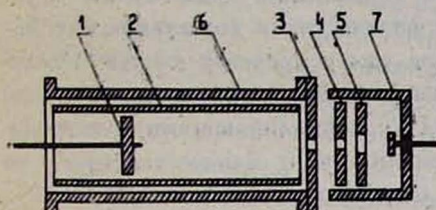


Рис. 1. Принципиальная схема разрядной ячейки Пеннинга: 1 — подвижный катод плоско-острийной конфигурации, 2 — цилиндрический анод, 3 — катод с отверстием для вывода пучка, 4, 5 — электроды C_1 , C_2 , 6 — охранный цилиндр, 7 — цилиндр Фарадея.

Источник ионов (рис. 1) представляет собой цилиндрический анод переменной длины с двумя катодами-дисками у торцов. На расстоянии 2 мм от одного из торцов цилиндра закреплен молибденовый катод с осевым отверстием в центре (диаметр 3,5 мм). Внутри цилиндра свободно перемещается посредством направляющего стержня второй катод с острием, укрепленным в центре. Это позволяет менять длину разрядного промежутка в широких пределах. Катоды соединены с помощью металлического охранный цилиндра. Расстояние между корпусом анода и цилиндром выбрано достаточно малым из условия, исключающего возможность зажигания коронного разряда между ними: любой случайный заряд между ними попадает на поверхность не успев произвести лавинную ионизацию.

Регистрация ионов проводилась с помощью секционированного цилиндра Фарадея, который позволял фиксировать ток ионов направленных вдоль оси, а также двигающихся под углом к оси источника. На пути ионов внутри цилиндра Фарадея встроены два фокусирующих электрода C_1 и C_2 с соосными отверстиями в центре и находящимися под отрицательным потенциалом с некоторым смещением.

Источник ионов располагался в однородном магнитном поле направленном вдоль его оси. Для питания ячейки Пеннинга использовалось высоковольтное импульсное напряжение с амплитудой до 8 кВ, частотой следования импульсов до 50 Гц и длительностью 100 мкс.

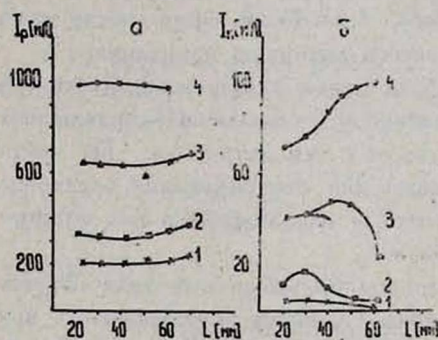
Плавное изменение длины ячейки непосредственно в вакууме можно управлять потоком заряженных частиц и степенью расходимости ионного потока на выходе из эмиссионного отверстия.

Из-за неоднородности распределения электрических полей в ячейке Пеннинга, электроны осциллируют как по оси ячейки под действием осевого электрического поля E_z , так и по радиусу под действием аксиального магнитного поля и радиального электрического поля E_r , обеспечивая тем самым радиальную ионизацию. Изменение длины ячейки приводит к перераспределению электрических полей E_z и E_r , что позволяет установить

влияние каждого из этих полей на величину ионного тока и степень расходимости ионов, т. е. на формирование сфокусированного ионного пучка, выходящего из эмиссионного отверстия без вытягивающих внешних полей. Это в свою очередь позволяет определить такую длину разрядного промежутка, при которой поле обеспечивало бы максимум ионизационных столкновений на оси, ибо вероятность ионизации в различных точках объема является функцией физических и геометрических параметров.

В работе [1] выведено уравнение траектории ионов, а в работе [2] получена степень расходимости ионного пучка, выходящего из отверстия в центре катода в зависимости от точки образования иона. Таким образом, можно соответствующим подбором физических и геометрических параметров, осуществить фокусировку ионов уже в пределах ячейки. Исследования, проведенные для ячеек различных диаметров переменной длины [3], выявили новые особенности разряда с осциллирующими электронами: ячейка постоянного диаметра в зависимости от длины действует, то как источник ионов, то как источник электронов.

С целью определения зависимости величины тока ионов и их расходимости при выходе из отверстия, в центре катода от конфигурации катода были испытаны разные конструкции. Установлено, что использование катода плоско-острийного типа приводит к значительному увеличению плотности осевого тока ионов, а также к их ускорению внутри ячейки. Исследования с катодом указанного типа проведены для стационарных и импульсных полей. Результаты экспериментальных исследований ячейки Пеннинга в импульсном режиме с катодом плоско-острийного типа приведены на рис. 2, 3.



2

Рис. 2. Зависимости разрядного и ионного токов от длины разрядного промежутка при различных значениях анодного напряжения U_a : 1—3, 2—4, 3—6, 4—8 кВ, $p = 1 \cdot 10^{-3}$ Тор, $B = 1200$ Гс.

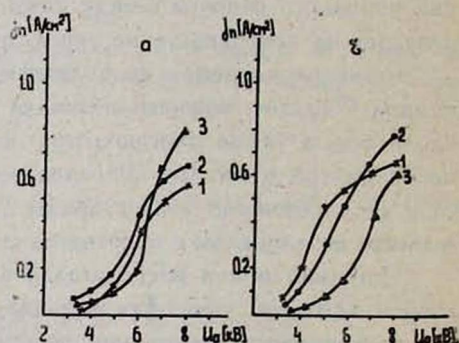


Рис. 3. Зависимости плотности ионного тока из отверстия в центре катода от анодного напряжения при $B = 600$ Гс (а) и 1200 Гс (б) для различных длин разрядного промежутка: 1—20, 2—40, 3—60 мм, $p = 10^{-3}$ Тор.

На рис. 2а, б приведены зависимости разрядного тока и тока пучка ионов от длины разрядного промежутка L для различных значений анодного напряжения U_a . Видно, что величина разрядного тока практически не зависит от L при больших давлениях и сильных магнитных полях, но до-

вольно быстро растет в зависимости от анодного напряжения. Это объясняется тем, что при прочих неизменных параметрах, изменение L приводит к изменению объема разрядного промежутка и следовательно, к изменению соотношения между E_z и E_r . Перераспределение полей приводит к сохранению общего числа ионизирующих столкновений в единице времени, что и обуславливает неизменность разрядного тока при разных длинах промежутка. Увеличение же анодного напряжения приводит к увеличению ионизационных столкновений в единице объема.

Из кривых рис. 26 следует, что при тех же значениях анодного напряжения U_a ионный ток в пучке растет, однако максимум тока пучка с ростом U_a смещается в сторону более длинного разрядного промежутка. Оказывается, что отношение анодного напряжения U_a к длине L остается постоянной величиной, равной 0,13 кВ/см. Для исследованной ячейки диаметром 30 мм величина ионного тока пучка при оптимальных физических параметрах превысила 100 мА, а плотность ионного тока пучка—1,0 А/см².

Измерения, проведенные в электролитической ванне для ячеек разных диаметров, подтвердили справедливость данных работы [3]. Из результатов этих измерений следует, что ячейка с длиной, превышающей 60 мм, имеет протяженную область, составляющую значительную часть длины, на которой градиент потенциала равен нулю. Практически эта часть ячейки не принимает участия в ионизационных процессах из-за уменьшения поля E_r , а E_z в этой области равно нулю. Градиент потенциала наблюдается лишь вблизи катодов, где и обеспечивается вклад в ионизационные процессы [4].

На рис. 3а, б приведены зависимости плотности тока пучка ионов j_n от анодного напряжения U_a для двух значений индукции магнитного поля $B = 850$ Гс и 1700 Гс. Измерения проведены для длин разрядного промежутка, соответствующих наиболее благоприятным условиям ионизации, определенным экспериментально. Как видно из хода кривых, влияние магнитного поля на ионизационные процессы незначительно для напряжений, превышающих 4 кВ и давлений порядка 10^{-3} Тор.

Таким образом, с помощью катода плоско-острийного типа, позволяющего создать в его окрестности сильное осевое электрическое поле, удалось получить условия, обеспечивающие самопроизвольный выход пучка ионов $I_n = 100$ мА без вытягивающих внешних полей. В целях дальнейшей транспортировки ионный пучок можно сфокусировать посредством электрических или магнитных линз.

Полученные данные подчеркивают важность правильного подбора геометрических параметров в целях оптимизации параметров ионного пучка.

ЛИТЕРАТУРА

1. Смирницкая Г. В., Баберцян Р. П. ЖТФ, 36, 1217 (1966).
2. Смирницкая Г. В., Нгуен Хыу Ти. ЖТФ, 39, 1625 (1965).
3. Баберцян Р. П. и др., ЖТФ, 57, 2039 (1967).
4. Баберцян Р. П. и др. Ученые записки ЕГУ, 1, 1988.

ՓՈՓՈԽԱԿԱՆ ԵՐԿԱՐՈՒԹՅԱՆ ՊԵՆՆԻՆԳԻ ԱՂՔՑՈՒՐ ԻՄՊՈՒԼՍԱՅԻՆ ՌԵԺԻՄՈՒՄ

Ռ. Պ. ԲԱԲԵՐՏՅԱՆ, Է. Ս. ԲԱԴԱԼՅԱՆ, Վ. Խ. ԴԱՐԻԲՅԱՆ

Ժ. Ի. ԽԱՉԱՏՐՅԱՆ, Ա. Կ. ՉՈԲԱՆՅԱՆ

Ուսումնասիրված է փոփոխական երկարության հարթ-սրածայր կառուցով Պեննինգի իոնային աղբյուր: 30 մմ տրամագծով բլլի համար փնջի իոնային հոսանքի մեծությունը զերանցում է 100 մա, իսկ հոսանքի խտությունը 1,0 ա/սմ²:

VARIABLE LENGTH PENNING ION SOURCE IN PULSED REGIME

R. P. BABERTSYAN, E. S. BADALYAN, V. KH. GARIBYAN,
ZH. B. KHACHATRYAN, A. K. CHOBANYAN

A variable length Penning ion source with flat—point cathode was tested. For the 30 mm diameter cell the value of ion current was 100 mA and the ion current density was 1.0 A/cm².