

- Борисов Н.В., Борисова Л.И., Старостина И.А., Петринов И.В. Аналитическая лента АФЛ-2И-50 и фильтр АФАС-И для определения содержания радиоактивных йодов в газовых средах. — Гигиена и санитария, 1977, № 9, с. 64—66.
- Борисов Н.В., Борисова Л.И., Старостина И.А., Петринов И.В. Пакеты аналитических фильтров АФА и АФАС для исследования компонентного состава радиоактивного йода в воздушной среде. — Технический прогресс в промышленности. Сер. Изотопы в СССР, 1987, вып. 1 (72), с. 103—106.
- Петринов И.В., Козлов В.И., Васманов П.И., Огородников В.И. Фильтрующие материалы ФП. М.: Знание, 1968.

Поступило в Редакцию 15.06.93

УДК 621.362:537.533

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ТЭП С КОЛЛЕКТОРОМ ИЗ МОНОКРИСТАЛЛА Мо (110) С ИОННО-ИМПЛАНТИРОВАННЫМ КИСЛОРОДОМ

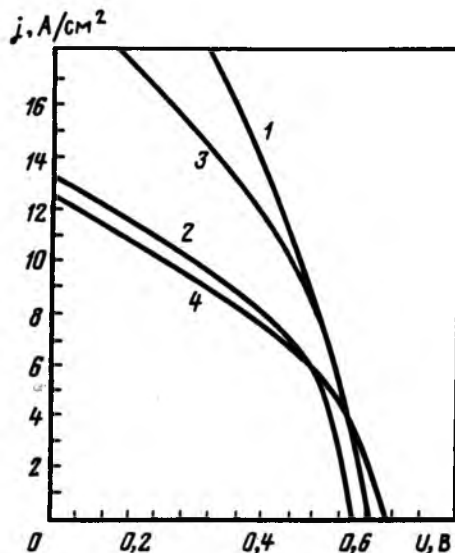
Герашенко С.С., Гусева М.И., Корюкин В.А., Кайбышев В.З., Обрезумов В.П.,
Талдонов Ю.В. (Ин-т ядерных реакторов РНЦ «Курчатовский ин-т»)

Повышение выходных характеристик термоэмиссионных преобразователей (ТЭП) в дуговом режиме наряду со снижением плазменных потерь может быть достигнуто путем введения кислорода в межэлектродный зазор непосредственно к его электродам. В качестве источника кислорода в этом случае целесообразно использовать коллектор, содержащий растворенный кислород. Поскольку кислород ни в молибдене, ни в вольфраме не растворяется, были предприняты попытки его введения внутрь коллектора методом ионной имплантации. Исследования молибденовых монокристаллических образцов с имплантированным кислородом на термоэмиссионном микроскопе [1] показали существенное влияние имплантированного кислорода на эмиссионные характеристики поверхности [2]. Дальнейшие исследования были проведены на термоэмиссионном преобразователе, который представлял собой плоский цезиевый диод с переменным зазором [3].

Для определения влияния имплантации кислорода в коллектор на выходные характеристики ТЭП провели три эксперимента. В первом и втором экспериментах в качестве эмиттера и коллектора использовали Мо (110), причем коллектор отжигали в течение 20 ч при 1000 К. При этом вольт-амперные характеристики, полученные в первом эксперименте сразу же после высокотемпературного обезгаживания эмиттера, существенно выше измеренных во втором эксперименте с этими же электродами. В ходе второго эксперимента осуществлялось промежуточное вскрытие установки с последующим высокотемпературным обезгаживанием эмиттера при 2000 К, что свидетельствует о неэффективности такой очистки.

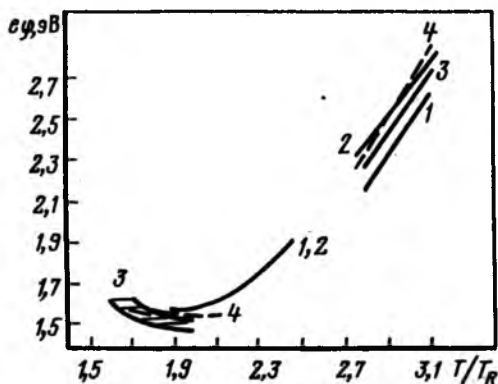
В третьем эксперименте использовали тот же эмиттер Мо (110) с пониженными характеристиками, но коллектор из Мо (110) с помощью ИЛУ-2 [4] сначала подвергли очистке ионами Ag^+ ($t \sim 5$ мин, $E = 20$ кэВ, $j = 10$ мкА/см²), затем в рабочую поверхность имплантировали ионы O^+ ($D = 6,7 \cdot 10^{17}$ ион/см², $E = 35$ кэВ, $j = 20$ мкА/см²). Отметим, что попытки полностью исключить при этом сопутствующее внедрение углерода оказались безуспешными. Для полного удаления углерода и восстановления монокристалличности поверхности, аморфизированной в результате имплантации, а также сохранения максимально возможного количества имплантированного кислорода была дополнительно проведена ступенчатая термоактивация ТЭП [5].

Анализ вольт-амперных характеристик во втором и третьем экспериментах показал, что при повышении температуры коллектора имплантированный кислород выходит на его поверхность, а затем переносится на эмиттер. В результате с повышением температуры коллектора возрастает эмиссионная способность эмиттера. В случае ТЭП с коллектором из Мо (110) подобный эффект не наблюдался. Сравнение оптимизированных вольт-амперных характеристик ТЭП при температуре цезиевого резервуара 578 К приведено на рис. 1.



Р и с. 1. Оптимизированные по температуре коллектора вольт-амперные характеристики ТЭП при $T_{\text{с}} = 1673$ К, $d = 0,4$ мм, $T_{\text{к}} = 578$ К:

1 — коллектор из Мо (110), первый эксперимент; 2 — тот же коллектор, второй эксперимент; 3 — коллектор из Мо (110) с имплантированным кислородом, третий эксперимент; 4 — тот же коллектор после отжига при 1600 К



Р и с. 2. Зависимость работы выхода электронов эмиттера и коллектора в координатах Рейнора

ступает нужное количество кислорода. Вероятнее всего, это и является основной причиной снижения выходных характеристик ТЭП после перегрева коллектора с имплантированным кислородом.

Имплантированный в коллектор кислород не вызывает ожидаемого заметного снижения его работы выхода в рабочем режиме ТЭП, что согласуется с результатами исследования на термоэмиссионном микроскопе характеристик при рабочей температуре не только эмиттера, но и коллектора. Минимальная работа выхода коллектора с имплантированным кислородом, полученная в рабочем режиме ТЭП, составляет 1,45 эВ.

Приведенные в таблице работа выхода коллектора, эмиттера, выходная мощность и барьерный индекс для трех экспериментов подтверждают ожидаемое снижение требуемого давления паров цезия при улучшении эмиссионной способности эмиттера (снижается T_R).

Параметры ТЭП в трех экспериментах

Номер эксперимента	T_R , К	T_s/T_R	$\varphi_{\text{э. макс.}}$, эВ	$\varphi_{\text{э.}}$, эВ	$T_{\text{к.}}$, К	$T_{\text{к.}}/T_R$	$\varphi_{\text{к.}}$, эВ	$W(I=10 \text{ А/см}^2)$, Вт/см ²	$V_{\text{д.}}(I=10 \text{ А/см}^2)$, В
1	574	2,92	4,9	2,34	987	1,72	1,54	4,6	2,04
2	588	2,8	4,7	2,36	1050	1,78	1,56	3,3	2,16
3	578	2,9	4,8	2,39	1004	1,74	1,53	4,6	2,04

Таким образом, использование молибдена с имплантированным кислородом в качестве коллектора создает эффективный источник кислорода в межэлектродном зазоре ТЭП.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Корюкин В.А., Обрезумов В.П. Измерение термоэмиссионных характеристик электродов ТЭП с помощью термоэмиссионного микроскопа. — Труды конференции специалистов по термоэмиссионному методу преобразования энергии. Эйндховен, Голландия, 1989, с. 209—219.
- Герашенко С.С., Гусева М.И., Каретников Д.В. и др. Эмиссионные свойства поверхности монокристаллического Мо (110) с имплантированным кислородом. — В кн.: Поверхность и новые материалы. Т. 2. Свердловск, 1984, с. 10.
- Герашенко С.С., Гусева М.И., Каретников Д.В. и др. ТЭП с коллектором из Мо (110) с имплантированным кислородом. — В кн.: Непосредственное преобразование тепловой энергии в электрическую. М., 1984, с. 99.
- Гусев В.М., Бушаров Н.П., Проничев А.М., Соколов Н.И. Внедрение ускоренных ионов в твердое тело. — ПТЭ, 1969, № 4, с. 19—24.
- Герашенко С.С., Гусева М.И., Корюкин В.А. и др. Способ изготовления молибденового электрода ТЭП. А. с. № 1475417. — Бюллетень изобретений и открытий, 1990, № 35.
- Герашенко С.С., Гусева М.И., Корюкин В.А. и др. Диффузия имплантированного кислорода из монокристаллического молибдена. — В сб.: Тез. докл. Межд. сов. стран-членов СЭВ «Радиационная физика твердого тела». Сочи, 1989.