

05.4; 12

© 1990

ВТСП ОГРАНИЧИТЕЛЬНОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ
ДЛЯ ФОТОЭЛЕКТРОНИКИ

Е.А. Антонова, А.Д. Бритов,
Л.Н. Курбатов, А.С. Нигматулин,
В.А. Елесиин, Л.М. Павлова,
Г.К. Расулова, А.Н. Свиридов,
В.В. Скарпыкин, С.Ю. Старк,
Е.В. Сусов, А.С. Сухарев,
В.В. Тарасов, В.Т. Хряпов,
В.И. Чичков

Использование уникальных свойств ВТСП материалов в модернизации полупроводниковых многоэлементных фотоприемников позволяет создать „тепловой ключ“ для защиты дорогостоящих низкоомных чувствительных элементов, работающих при температуре жидкого азота, от случайных включений напряжений при температурах выше рабочей.

С целью повышения надежности работы охлаждаемых ФП разработано [1], исследовано и применено на практике в приборах ограничительное сопротивление ВТСП-ключ в виде „змейки“ на основе эпитаксиальной пленки $Y_1Ba_2Cu_3O_{7-x}$.

Эпитаксиальные сверхпроводящие пленки $Y_1Ba_2Cu_3O_{7-x}$ получены магнетронным распылением на постоянном токе керамической мишени состава „1 2 3“ в атмосфере аргона и кислорода (2:1) при давлении 0,1 Па. Пленки осаждались на монокристаллические подложки двуокиси циркония, стабилизированного иттрием, с ориентацией вдоль направления [100] при температуре 550 °С со скоростью 0,4 нм/с, толщина сверхпроводящей пленки составляла 3000 Å. Пленки были изготовлены в одностадийном процессе без отжига и имели высокие критические параметры и зеркально гладкую поверхность. Для изготовления малоразмерных площадок 1x2 мм² использовались подложки толщиной 200 мкм.

Электрические контакты изготавливались вакуумным напылением слоя золота с последующим отжигом при температуре 500 °С в течение 5 часов на воздухе. Поверхностное сопротивление контакта составило $\rho_{\square} = 3 \text{ мОм} \cdot \text{см}^2$. Сопротивление исходных пленок при комнатной температуре менялось в пределах 8–10 Ом.

Чувствительные элементы на основе узкозонных полупроводников для ИК фотоэлектроники низкоомны и работают с нагрузочным сопротивлением $R_H = 1 \text{ кОм}$, поэтому для ограничения тока через чувствительный элемент необходимо сопротивление порядка 10 кОм. С целью увеличения сопротивления ВТСП пленок при комнатной температуре применялся метод прецизионного лазерного фрезерования излучением импульсного азотного лазера (длина волны $\lambda = 0,3371 \text{ мкм}$, длительность импульса $\tau = 3\text{--}5 \text{ нс}$, частота повто-



Рис. 1. Ограничительное сопротивление в виде «змейки», размером $1 \times 2 \text{ мм}^2$, изготовленное лазерным фрезерованием на пленке $\text{Y}_1\text{Ba}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$.

рений $f = 10^3$ Гц, мощность излучения в импульсе 1–6 кВт). На рис. 1 представлена фотография ограничительного сопротивления с заданной топологией рисунка изготовленного лазерным фрезерованием на специализированной технологической установке, управляемой от вычислительного комплекса «Искра-125Б». Ширина токопроводящей дорожки 60 мкм при ширине лазерного реза 8 мкм, общая длина токоведущей дорожки составила 30 мм. После лазерной обработки сопротивление ВТСП пленки при комнатной температуре возросло до 16 кОм.

На рис. 2 представлены характеристики $R(T)$, снятые на пленке $\text{Y}_1\text{Ba}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$ до (кривая 1) и после (кривая 2) лазерной обработки, из которых видно, что в результате лазерного фрезерования критическая температура сверхпроводящего перехода сдвинулась в сторону низких температур. Для полученного ограничительного сопротивления величина $T_{\text{крит}}$ равна 69 К.

Для проверки работоспособности ВТСП-ключа в растр фотоприемного устройства с рабочей температурой 60 К монтировалось изготовленное ограничительное сопротивление. В процессе охлаждения контролировалась температура и сопротивление включенных последовательно ВТСП-ключа и чувствительной площадки с сопротивлением 50 Ом. Обнаружено, что при температурах ниже 70 К происходит срабатывание ВТСП-ключа: его переходное сопротивление становится меньше 0.5 Ом (точность измерения сопротивления чувствительных площадок).

После стабилизации температуры в зоне фоточувствительного элемента (ФЧЭ) проводилось измерение спектра шума системы

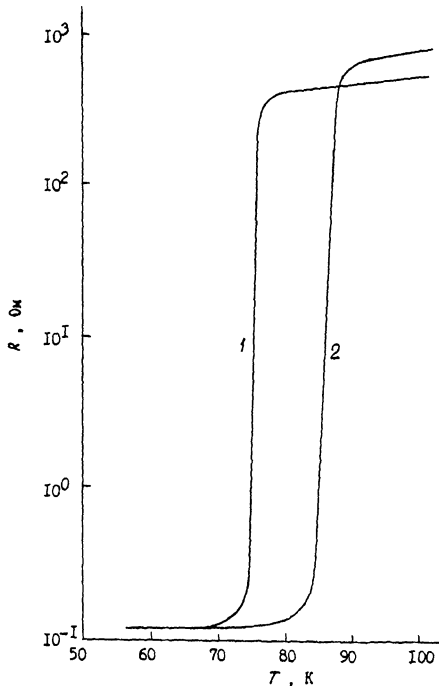


Рис. 2. Температурные зависимости электропроводности пленки $Y_1Ba_2Cu_3O_{7-x}$ измеренные двухзондовым методом до (кривая 1) и после (кривая 2) лазерного фрезерования.

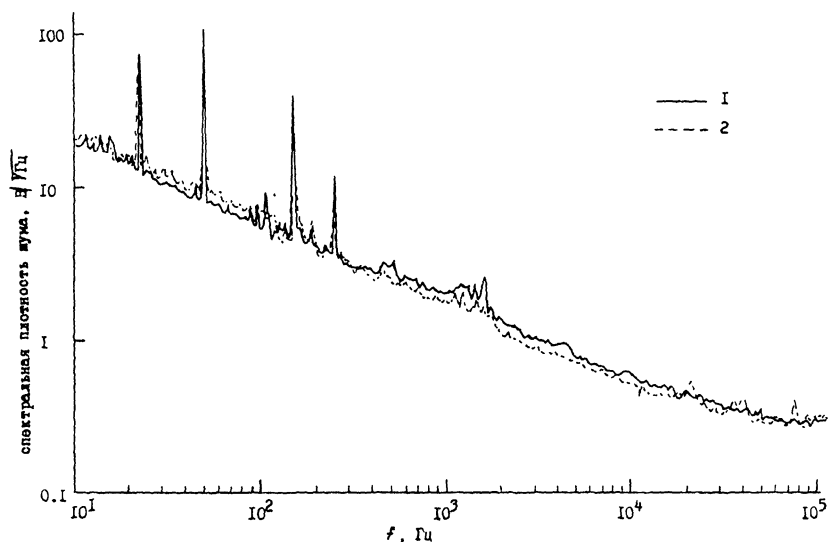


Рис. 3. Энергетический спектр шума ФЧЭ с ВТСП-ключом (кривая 1) и без ключа (кривая 2).

„ВТСП-ключ + чувствительная площадка“ в диапазоне 10 Гц-100 кГц при токе смещения 5 мА. В результате проведенных измерений показано, что при температурах ниже температуры срабатывания ни ВТСП-ключ, ни его электрические контакты не вносят дополнительных шумов в собственные шумы чувствительной площадки фотоприемного устройства. Для сравнения на рис. 3 приведен спектр шума ФЧЗ с ВТСП-ключом (кривая 1) и без него (кривая 2).

Таким образом, изготовленный ВТСП-ключ на основе пленки $Y_1Ba_2Cu_3O_{7-x}$ надежно защищает приборы фотоэлектроники от случайных включений при температурах выше рабочей и не вносит помех в рабочих режимах.

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] Никитин М.С., Пурцхванидзе А.А., Хряпов В.Т., Курбатов Л.Н., Бритов А.Д. Охлаждаемый фотоприемник; заявка на изобретение № 4474385/25, приоритет 15.08.88.

Поступило в Редакцию
3 июля 1990 г.

Письма в ЖТФ, том 16, вып. 23

12 декабря 1990 г.

05.4

© 1990

ЗАТУХАНИЕ ТРАНСПОРТНОГО ТОКА В СВЕРХПРОВОДЯЩИХ КЕРАМИЧЕСКИХ КОЛЬЦАХ

Е.И. Колобанов, О.Я. Савченко

В сообщении приводятся результаты исследования затухания транспортного тока в сверхпроводящих кольцах из иттриевой керамики в промежутках времени от 10^{-6} до 10^4 с. Плотность керамики 5.02 г/см^3 , внешний и внутренний диаметры колец 10 и 4.5 мм соответственно, высота 3.5 мм. Кольца изготовлены в ИИХ СО АН СССР. Ток в кольцах измерялся индукционным способом. Обнаружено, что в интервале времени от 10^{-6} до $2 \cdot 10^{-5}$ с транспортный ток падает логарифмически со временем с коэффициентом при логарифме $(1.50 \pm 0.02) \text{ А}$, а в интервале времени от 10^{-2} до 10^4 с с коэффициентом $(0.12 \pm 0.01) \text{ А}$ (см. рисунок). Этот экспериментальный результат, вероятно, связан с тем,