

ПРИЕМНИК ОДИНОЧНЫХ МОШНЫХ ИМПУЛЬСОВ
СВЧ ИЗЛУЧЕНИЯ

О. Т. Лоза, Л. Э. Цопш

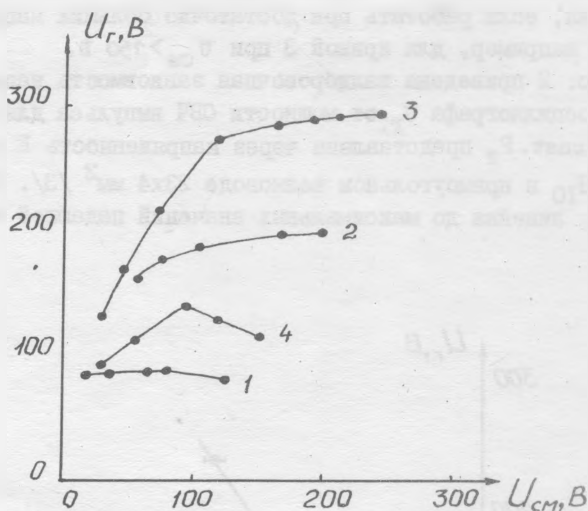
УДК 621.376.5

Приведены результаты измерений характеристик быстродействующего объемного детектора на р-германий при температуре 77 К.

С развитием техники сильноточных электронных ускорителей и СВЧ релятивистской электроники стала актуальной задача регистрации мощного СВЧ излучения. Настоящая работа посвящена изучению характеристик приемника СВЧ излучения, основанного на эффекте объемного детектирования в полупроводниках, и является развитием работы [1], где применялась пластина р-германия сопротивлением $R_T = 35 \text{ Ом}$ при $T = 78 \text{ К}$, с помощью которой измерялась импульсная мощность СВЧ в пределах $P_{II} = 0,5+5 \text{ кВт}$ при напряжении смещения $U_{см} = 90 \text{ В}$.

Представлялось интересным а) увеличить уровень измеряемой СВЧ мощности, расширяя тем самым динамический диапазон детектора; б) увеличить напряжение смещения, чтобы увеличить амплитуду огибающей СВЧ импульса, который поступает непосредственно на отклоняющие пластины; в) измерить характеристики детекторов с различной геометрией полупроводниковых пластин, а в конечном счете с различным сопротивлением. Последнее связано с тем, что практически все быстродействующие осциллографы с полосой до 1 ГГц имеют низкоомный вход ($50+75 \text{ Ом}$) на отклоняющие пластины трубки. Следовательно, во избежание шунтирования детектора входным сопротивлением осциллографа, сопротивление детектора должно быть по крайней мере на порядок меньше сопротивления нагрузки, т.е. $R_T \ll 7 \text{ Ом}$.

В качестве детектора использовались пластины р-германия с удельным сопротивлением $\rho = 20 \text{ Ом}\cdot\text{см}$. Пластины размером $(2+18)\times 4\times 1 \text{ мм}^3$ располагались в прямоугольном волноводе $23\times 4 \text{ мм}^2$ в максимуме поля E перед согласованной нагрузкой. Толщина пластин составляла 1 мм , что меньше глубины скин-слоя в данном полупроводнике (5 мм для $\rho = 20 \text{ Ом}\cdot\text{см}$) $/2/$.



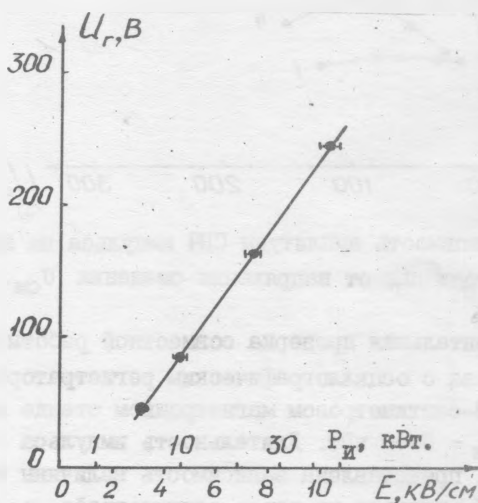
Р и с. I. Зависимость амплитуды СВЧ импульса на выходе детектора U_r от напряжения смещения $U_{см}$

Экспериментальная проверка совместной работы детектирующего устройства с осциллографическим регистратором 6 ЛОР проводилась на 3-сантиметровом магнетронном стенде импульсной мощностью $P_{и} = 5-50 \text{ кВт}$. Длительность импульса $\tau = 1,5 \cdot 10^{-7} \text{ с}$.

На рис. I представлена зависимость величины напряжения огибающей СВЧ импульса на входе осциллографа U_r от величины напряжения смещения $U_{см}$ для различных сопротивлений пластин германия $R_T = 35; 9; 4,8; 2,3 \text{ Ом}$ (соответственно кривые 1, 2, 3, 4). Мощность СВЧ импульсов постоянна и равна 50 кВт . Из рисунка следует, что размер пластинки существенно влияет на чувствительность. Последняя максимальна при $R_T = 4,8 \text{ Ом}$. При $R_T = 2,3 \text{ Ом}$

чувствительность резко падает. Очевидно, в этом случае длина пластины германия такова, что часть ее не взаимодействует с E -полем, носители тока не разогреваются, и сопротивление в течение импульса не возрастает. Эта часть пластинки становится шунтом для "разогретой" части. Кроме того, из рис. 1 видно, что U_T слабо меняется после некоторого значения U_{CM} . Здесь появляется возможность ослабить требования к стабильности схемы смещения, если работать при достаточно больших напряжениях смещения, например, для кривой 3 при $U_{CM} > 150$ в.

На рис. 2 приведена калибровочная зависимость напряжения на входе осциллографа U_T от мощности СВЧ импульса для $R_T = 4,8$ Ом и $U_{CM} = \text{const}$. P_{II} представлена через напряженность E составляющей поля H_{TO} в прямоугольном волноводе 23×4 мм² /3/. Зависимость $U_T = f(E)$ линейна до максимальных значений падающей мощности.



Р и с. 2. Калибровочная зависимость амплитуды СВЧ импульса на выходе детектора U_T от мощности СВЧ импульса (напряженность E -поля в волноводе). $R_T = 4,8$ Ома, $U_{CM} = \text{const}$

Рассмотренное устройство применялось для исследования излучения релятивистского электронного пучка в замедляющей структуре типа "карсиотрон". Ослабление мощности СВЧ излучения до калиброванного уровня детектора проводилось при помощи двух рупоров, передающего и приемного, с переменным коэффициентом ослабления до 40 дБ.

Поступила в редакцию
8 июля 1981 г.

Л и т е р а т у р а

1. М. Д. Райзер, Л. Э. Пош, Радиотехника и электроника, 20, № 8, 16 (1975).
2. A. N. Frei, M. Strutt, Proc. IRE 48, N 7, 1272 (1960).
3. И. В. Лебедев, Техника и приборы СВЧ, М., Высшая школа, 1970 г.