

РАБОТА КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ТРИОДОВ В ОБЛАСТИ ЧАСТОТ 5—25 Мгц

Основными препятствиями широкому применению полупроводниковых триодов на сегодняшней стадии их развития представляются высокий, по сравнению с вакуумными радиолампами, уровень шумов и недостаточно широкая область рабочих частот. Ниже будут рассмотрены причины, ограничивающие, в обычном случае, диапазон частот 7—10 мегагерцами, и описан новый метод, позволяющий продвинуться вплоть до 23—25 Мгц.

Падение коэффициента усиления кристаллического триода с частотой^{1,2} объясняется, в основном, временем прохождения импульса тока в полупроводнике и разницей длин путей отдельных носителей проводимости, проходящих в теле полупроводника от эмиттера к коллектору.

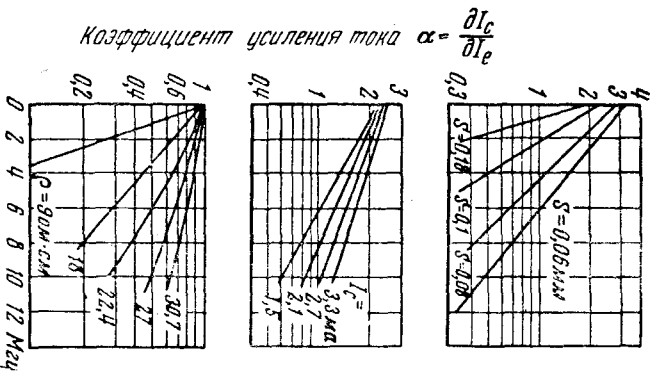
Усиление сигнала транзистором в первом приближении может быть сведено к следующему: коллектор находится под отрицательным потенциалом 10—50 вольт; ввиду весьма малой площади контакта градиент поля вблизи него достигает больших значений. С контакта эмиттера, роль которого до некоторой степени аналогична роли сетки вакуумного триода при прохождении импульса сигнала, в тело черпания входят «дырки» — положительные носители заряда, отсасываемые полем коллектора. Вблизи коллектора «дырки», нейтрализуя пространственный заряд у поверхности кристалла, понижают высоту потенциального барьера между металлом острия коллектора и германием; это приводит к усилению тока через контакт и появлению импульса напряжения на нагрузке, включённой последовательно с коллектором.

Очевидно, что время прохождения от эмиттера к коллектору зависит от напряжённости поля внутри германия. Так как ток коллектора обычно больше тока эмиттера в первом приближении, напряжённость поля в полупроводнике определяется током коллектора и проводимостью германия. Согласно теоретическим выводам Бардина¹, «время полёта» T выражается как

$$T = \frac{2\pi s^3}{3u_h r I_c},$$

где s — расстояние между эмиттером и коллектором, u_h — подвижность «дырок», r — удельное сопротивление и I_c — ток коллектора. Из геометрии обычного кристаллического триода, очевидно, следует, что не все «дырки» проходят в полупроводнике пути одинаковой длины. Это размывает фазу усиливаемого сигнала, что выражается в уменьшении глубины модуляции высоты барьера у коллектора и приводит на достаточно больших частотах к невозможности усиления сигнала. В соответствии с выражением Бардина параметром, определяющим частотную характеристику кристаллического триода, в первую очередь надо считать расстояние между контактами s . В современных конструкциях транзисторов расстояние s не меньше 0,06 мм. Кроме этого, граница области рабочих частот зависит от тока коллектора I_c , максимальное значение которого не превышает 5 ма. При более сильных токах триод легко выходит из строя вследствие перегрева контакта. Наконец, как видно из выражения T и рис. 1, коэффициент усиления α сильно зависит от удельного сопротивления германия r .

Таким образом, для максимального усиления в области радиочастот порядка 5—10 Мгц кристаллический триод должен иметь малое расстояние между эмиттером и коллектором, малую площадь контак-



тов, высокое удельное сопротивление германия и работать в режиме наибольшего допустимого тока коллектора.

Предложенный недавно метод магнитной фокусировки^{4,5}, позволяющий продвинуть область рабочих частот германиевых триодов до 23—25 Мгц, состоит в помещении кристалла триода в поперечное магнитное поле нужного направления (рис. 2). При этом токи эмиттера и коллектора концентрируются, фаза сигнала размывается меньше, а время прохождения T снижается.

Коэффициент усиления тока α , соответствующий данной частоте, значительно возрастает (рис. 3).

Чем больше межконтактное расстояние s и чем меньше площадь контактов, тем больше влияние магнитного поля. Интересно заметить

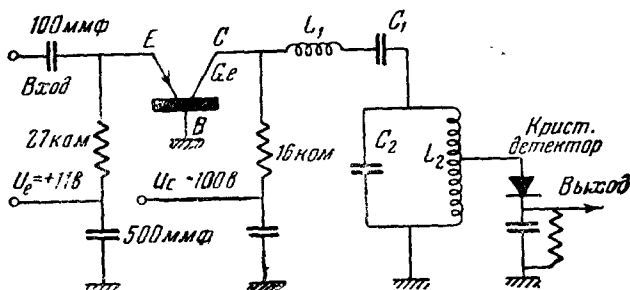


Рис. 4.

что это обстоятельство значительно выравнивает параметры транзисторов, обычно резко меняющиеся от образца к образцу.

Приводим в заключение схему однокаскадного резонансного усилителя, построенного Брауном (рис. 4). Магнитная фокусировка полем порядка 7000 эрстед от постоянного магнита позволила получить усиление по напряжению в восемь раз в полосе частот шириной 8,8 Мгц с максимумом при 23,5 Мгц порядка 30.

В. С. Вавилов

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. J. Bardeen, Phys. Rev. **75**, 1225 (1949).
2. В. С. Вавилов, УФН (1949) (обзор).
3. С. Bradner Brown, Phys. Rev. **76**, 1736 (1949).
4. С. Bradner Brown, Electronics, июль 1950, стр. 81.

ИЗУЧЕНИЕ π - μ - e -РАСПАДА С ПОМОЩЬЮ СЦИНТИЛЛЯЦИОННЫХ СЧЁТЧИКОВ

Реферируемая работа¹ представляет собой одно из первых применений сцинтилляционных счётчиков для изучения распада π -мезонов. Известно, что π -мезоны нестабильны — их среднее время жизни около 10^{-8} сек. При распаде покоящегося π -мезона, масса которого, по наиболее точным измерениям, равна $276 m_e$, образуются лёгкая нейтраль-