

ческой волне. Образцы металлического стекла прикреплялись к алюминиевой болванке через специальный зажим, обеспечивающий хороший акустический контакт. Сигнал с пьезодатчика через эмиттерный повторитель и усилитель УЗ—33 с полосой пропускания 150 МГц подавался на осциллограф С8—14. На рис. 2 представлена осциллограмма профиля акустической волны. Ширина лазерного пучка на поверхности образца составила $l=0,8$ мм, что удовлетворяло условию $l \gg d$ ($d=100$ мкм — толщина образца).

Меняя расстояние от области генерации до пьезодатчика и определяя соответствующие изменения времени прихода акустических волн, можно вычислить скорость их распространения C . Для скорости C получено значение $6,6 \cdot 10^5$ м/с (рис. 3).

ЛИТЕРАТУРА

1. Металлические стекла / Под ред. Г. Гюнтеродта и Г. Бека. — М.: Мир, 1983.— 376 с.
2. Лямшев Л. М., Челноков Б. И. К теории генерации звука при поглощении проникающего излучения с модулированной интенсивностью в твердом волноводе // Акустический журнал. — 1983.— Т. 29, № 4.— С. 420—425.

ИРФЭ НАН Армении, ЕГУ

28. VIII. 1992

Изв. НАН Армении (сер. ТН), т. XLVI, № 2—3, 1993, с. 88—91.

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 621.3.038.6.621.384

Г. А. МАКАРЯН, Г. Г. КИРАКОСЯН

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ РАДИАЦИОННОЙ СТОЙКОСТИ СИЛОВЫХ ТРАНЗИСТОРОВ

Описывается конструктивный метод повышения радиационной стойкости силовых транзисторов, т. е. четыре соединенные друг с другом одинаковые транзисторные структуры устанавливаются на гранях трехгранной пирамиды. При определенных значениях двугранных углов пирамиды всегда три ТС из четырех будут находиться в более оптимальных условиях относительно воздействия любого вида радиации.

Ил. 2.

Նկարագրված է ուժային տրանզիստորի ճառագայթային կայունության բարձրացման կառուցվածքային մեթոդ, երբ իրար միացած նույն տրանզիստորային կառուցվածքները տեղադրված են եռանիստ բուլբի նիւթերի վրա: Բուլբի եռանիստ անկյունների ուղղակի արժեքների դեպքում միշտ շորս տրանզիստորային կառուցվածքներից երեքը ցանկացած տիպի ճառագայթային ազդեցության դեպքում կդտնվեն լավագույն պայմաններում:

В процессе радиационного облучения свойства полупроводниковых материалов и изготовленных на их основе силовых полупроводниковых приборов, особенно транзисторов, сильно изменяются вследствие возникновения различного рода радиационных дефектов. Эти нарушения обуславливают устойчивые изменения характеристик силовых транзисторов. Наиболее существенно меняются концентрация и время жизни носителей заряда, что приводит к изменению коэффициента усиления по току $h_{21э}$, напряжения насыщения «коллектор-эмиттер» $U_{кэнас}$, значительно меняются также обратные токи.

В данной работе изучались пути повышения радиационной стойкости силовых транзисторов, выпускаемых на НПП «Транзистор». Из существующих двух методов (технологический и конструктивный) рассматривались конструктивные методы повышения радиационной стойкости силовых транзисторов.

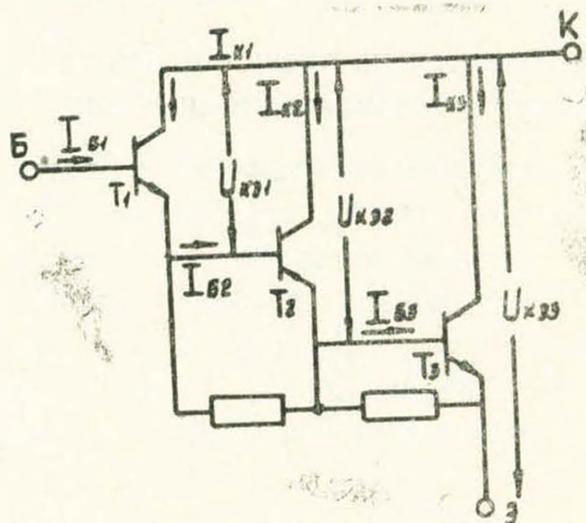


Рис. 1. а) Трехгранная пирамида с установленными на гранях квадратными ТС; б) квадратная ТС с толщиной Z и стороной X

Предлагается принципиально новый вариант конструкции составного силового транзистора, отличающийся потенциально повышенной радиационной стойкостью в отличие от выпускаемой серии составных транзисторов 2ТКД165. В предлагаемом составном транзисторе четыре одинаковые транзисторные структуры (ТС) устанавливаются на гранях трехгранной пирамиды (рис. 1а) и соединены друг с другом параллельно или по схеме с многокаскадным усилением, причем каскады могут содержать две или три параллельно включенные ТС. При воздействии радиации, например, по направлению стрелки (рис. 1а), перпендикулярно к одной из граней пирамиды, ТС1 подвергается облучению по всей лицевой поверхности, вследствие чего функциональные области этого транзистора быстро разрушаются. В то же время транзисторные структуры 2, 3 и 4 подвергаются облучению частично, по лицевой и боковой поверхности, и полученная ими доза радиации, относительно полученной дозы ТС1 будет достаточно маленькая. Ниже приведены оценки влияния радиации на каждую из ТС, расположенных в разных плоскостях пирамиды. Для упрощения расчетов пред-

положим, что основанием пирамиды служит равнобедренный треугольник, т. е. $OA=AB$. Для данного направления \hat{n} (единичный вектор) потока облучения (радиации), перпендикулярного грани ABC, проекции потока $\Phi\hat{n}$ на остальных гранях примут вид

$$(\Phi\hat{n})_{\text{пр. OAC}} = \Phi \sin \gamma, \quad (\Phi\hat{n})_{\text{пр. OBC}} = \Phi \sin \beta, \quad (\Phi\hat{n})_{\text{пр. OBA}} = \Phi \sin \alpha \quad (1)$$

где α, β, γ —двугранные углы при ребрах AB, BC и AC соответственно. Согласно условию задачи, необходимо найти такие углы $\alpha_0, \beta_0, \gamma_0$, при которых реализуется максимальное значение проекции (1). Исходя из условия экстремума, а также выражений (1), получаем

$$\cos \alpha_0 = 0, \quad \cos \beta_0 = 0, \quad \cos \gamma_0 = 0. \quad (2)$$

Так как производные второго порядка выражений (1) отрицательные для углов $\alpha_0, \beta_0, \gamma_0$, действительно проекции потока облучения $\Phi\hat{n}$ на гранях пирамиды примут максимальные значения. Заметим, что максимальные значения проекции направления \hat{n} потока облучения на гранях пирамиды означают, что ТС подвергаются воздействию радиации только по своим боковым поверхностям, и полученная ими доза будет минимальная по отношению к дозе облучения ТС1 и определяется отношением Z/X (рис. 1б), где Z — толщина ТС, а X — сторона квадратной ТС. Так как $Z/X \ll 1$ для ТС, изготовленных по планарной технологии, доза облучения ТС 2, 3 и 4 будет намного меньше дозы облучения ТС1.

Теперь предположим, что направление \hat{n} потока облучения перпендикулярно грани OBC. Условие экстремума принимает вид

$$\cos \beta_1 = 0, \quad \cos \delta_1 = 0, \quad (3)$$

где δ — двугранный угол при ребре OB. Для углов β_1, δ_1 значения проекции направления \hat{n} потока излучения $\Phi\hat{n}$ на грани пирамиды принимают максимальные значения.

Аналогичным способом для направления \hat{n} потока облучения перпендикулярно грани OBA получаем условие экстремума

$$\cos \alpha_2 = 0, \quad \cos \delta_2 = 0. \quad (4)$$

С другой стороны, боковые двугранные углы β и γ должны удовлетворять условию

$$2\beta + \gamma \leq \pi. \quad (5)$$

Таким образом, с учетом условий экстремума (2)—(4) и условия (5) получаем следующие оптимальные значения для двугранных углов пирамиды:

$$\gamma'_0 = \beta'_0 \leq \pi/3, \quad \alpha'_0 = \delta'_0 = \pi/3. \quad (6)$$

Для этих углов проекции направления \vec{n} потока облучения на грани пирамиды принимают максимально возможные значения порядка 0,9.

Таким образом, расчеты подтверждают, что в составном силовом транзисторе, состоящем из четырех ТС, при воздействии любого вида радиации (γ -кванты, электроны, быстрые нейтроны) и произвольном направлении всегда три ТС из четырех находятся в более облегченных условиях. Это позволяет в конечном итоге получить транзистор с повышенной радиационной стойкостью относительно составного транзистора, где все ТС находятся на одной плоскости. При необходимости получения относительно больших коэффициентов усилений по току транзистора в целом, данную конструкцию успешно можно использовать для подключения отдельных ТС по схеме с многокаскадным усилением.