

ФИЗИКА.

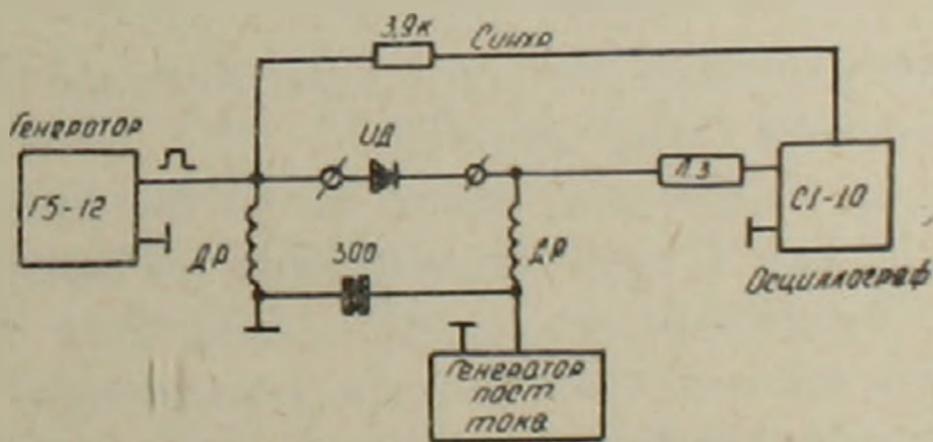
Г. Е. Авакьянц, чл.-корр. АН Армянской ССР, И. Р. Альтман, А. С. Хавин и А. В. Юровский

Явления пробоя в кремниевых диодах с отрицательным сопротивлением

(Представлено 20/IV 1966)

Нами исследовалась зависимость времени восстановления обратной проводимости кремниевого диода с отрицательным сопротивлением от величины обратного напряжения и прямого тока при постоянном сопротивлении нагрузки. Диоды изготавливались из кремния *p*-типа, компенсированного золотом до удельного сопротивления в десятки килоом-сантиметр *P*-область осуществлялась вплавлением алюминиевого столбика диаметром 0,2 мм, тыловой контакт получался вплавлением золота с присадкой 0,1 % сурьмы. Полученные таким образом диоды имели пробивное напряжение порядка 150—200 в. Емкость полученной конструкции вместе с корпусом была порядка 1,5 пф и не зависела от обратного напряжения (при $U_{обр} \geq 1в$) из-за высокоомности базового материала.

Схема измерений, представленная на фиг. 1, состояла из генератора постоянного тока, генератора обратного напряжения Г5-12 и осциллографа С1-10. Методика измерений состояла в следующем: диод сме-

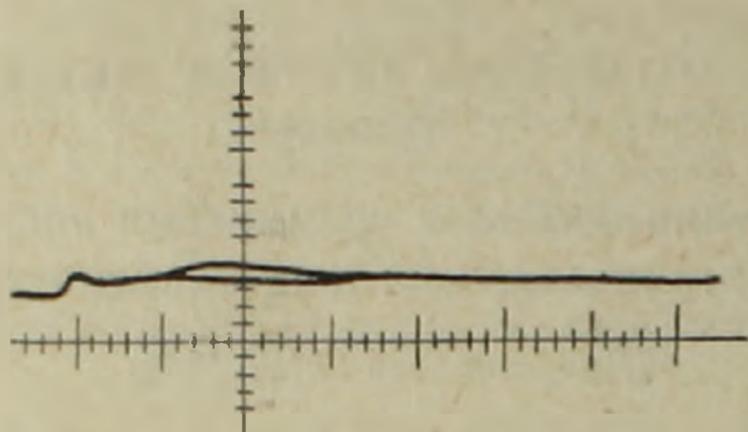


Фиг. 1. Схема измерений.

щался в определенную точку вольт-амперной характеристики и затем за время $\sim 1-2нсек$ на диод подавалось напряжение в обратном направлении. При напряжениях 70—100 в (в зависимости от I прямого) только на участке отрицательного сопротивления и «вертикали» (участок независимости тока от напряжения, следующий за участком отрицательного сопротивления) наблюдался всплеск обратного тока диода, следующий непосредственно в конце импульса тока рассасывания, накоплен-

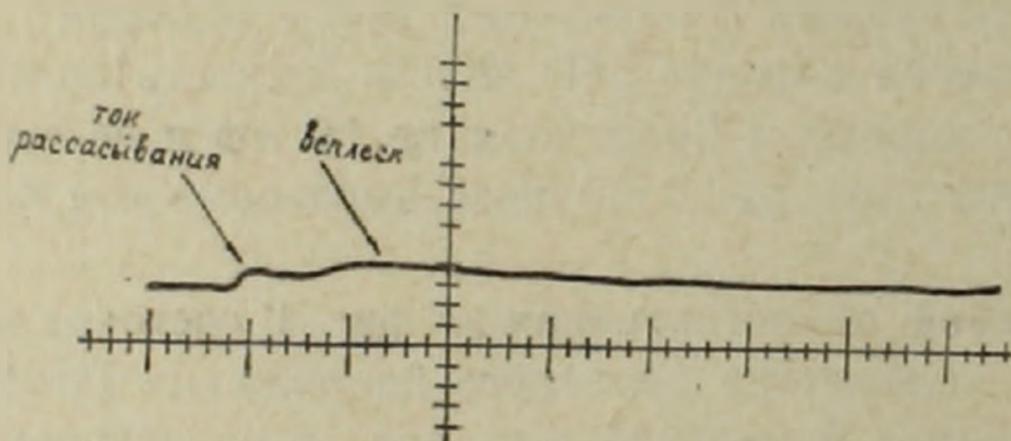
ного в базе заряда (фиг. 2 и 3, осциллограммы 1 и 2). На осциллограмме 1 виден всплеск тока, проявляющийся в виде неустойчивости картины. На осциллограмме 2 (обратное напряжение во втором случае больше, чем в первом) видно, что всплеск приобретает устойчивую форму и расположен ближе к началу импульса (одно маленькое деление по горизонтали—2 нсек, по вертикали—10в).

Нами исследовалась температурная зависимость величины обрат



Фиг. 2. Осциллограмма 1.

ного напряжения, необходимого для обнаружения всплеска, ее зависимость от прямого тока. На фиг. 4 показаны вольт-амперные характеристики одного из исследуемых диодов в зависимости от температуры. На том же рисунке в таблице даны значения величины обратного напряжения, при котором наблюдается всплеск, в функции температуры и



Фиг. 3. Осциллограмма 2.

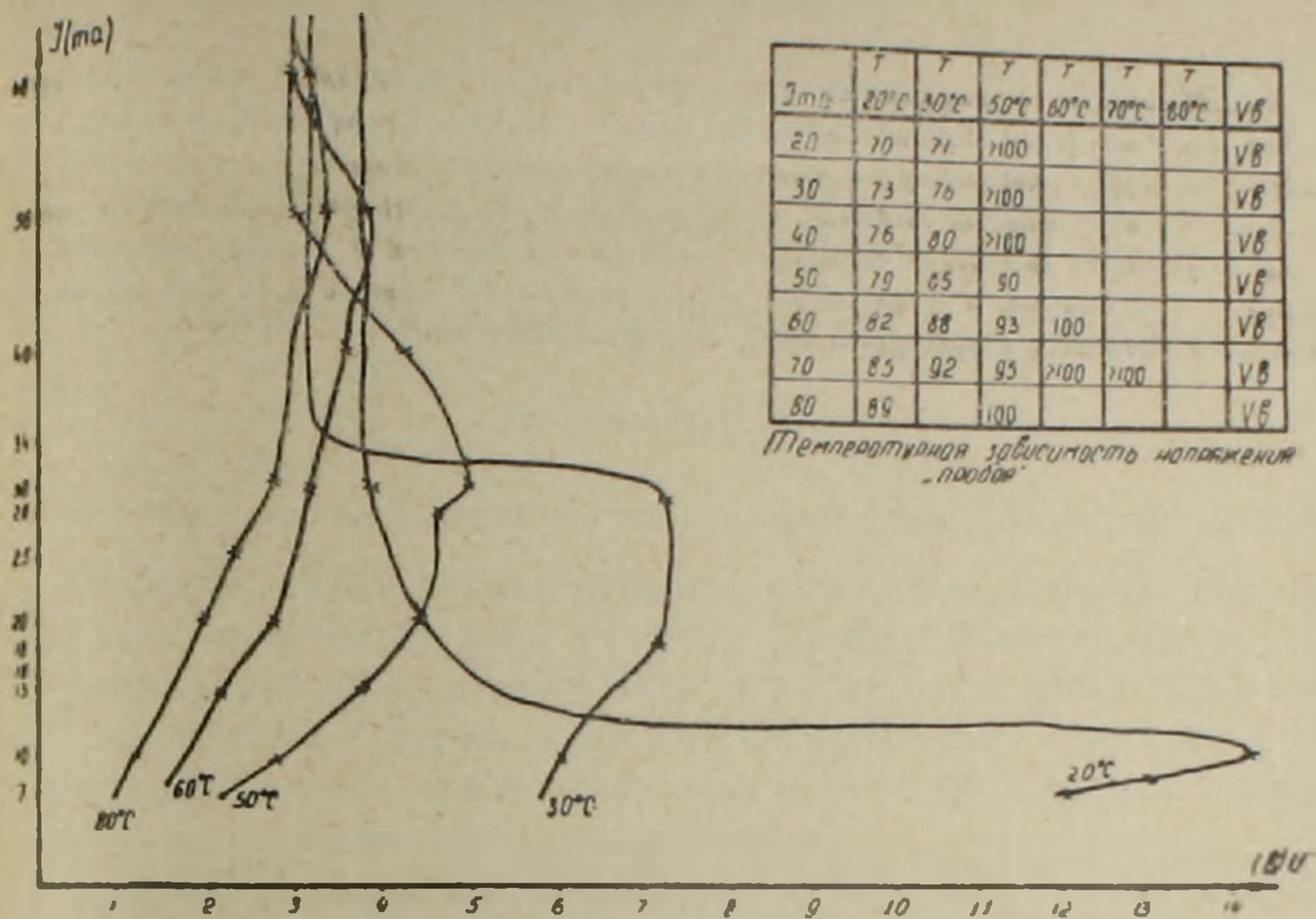
прямого тока. Видно, что с ростом температуры обратное напряжение при постоянном прямом токе увеличивается.

Помимо этого мы наблюдали время исчезновения всплеска после выключения прямого тока. С этой целью прямой ток выключался за времена порядка 1,5—3 наносекунды, а импульс обратного напряжения подавался с задержкой относительно момента выключения.

При этом было обнаружено, что всплеск исчезал через 20—30 нсек после прерывания прямого тока (по партии диодов из 10 штук).

Наши измерения времени жизни дырок в базе диода по методу затухания накопленного дырочного заряда дали значения $\tau_p \sim 10 \div 15$ нсек, т. е. всплеск пропадал по мере рекомбинации дырок. Исследования вольт-амперных характеристик кремниевых диодов с отрицательным сопротивлением показали, что на участке дифференциального отрицательного сопротивления и «вертикали» в базе диода наблюдается значительная декомпенсация материала, сохраняющаяся десятки наносекунд. В

этой связи, учитывая времена исчезновения всплеска и температурную зависимость напряжения, необходимого для его появления, нам кажется возможным объяснить наблюдаемое явление за счет размножения в $p-i$ переходе дырок, экстрагируемых из базы. (Экспериментально на-



Фиг. 4. Вольт-амперные характеристики одного из исследуемых диодов в зависимости от $T^\circ\text{C}$.

блюдаемая зависимость величины напряжения, при которой появляется всплеск, от величины прямого тока (см. таблицу на фиг. 4) не совсем ясна, так как тут может накладываться эффект разогрева диода в месте протекания тока, связанный со «шнурованием» последнего).

Действительно, поскольку декомпенсация приводит к значительной модуляции базы основными носителями, то обратное напряжение перераспределяется между толщей и $p-i$ переходом иначе, чем в отсутствие прямого тока— большая часть напряжения теперь падает на области $p-i$ перехода, вызывая тем самым размножение дырок.

Наличие такого явления, как нам кажется, непосредственно подтверждает наши выводы о декомпенсации материала, полученные на основе других экспериментов.

Авторы благодарны А. А. Краснову за помощь в работе.

Институт радиофизики Академии наук
Армянской ССР

Մակման երևույթները բացասական դիմադրություն ունեցող կրեմինիումի դիոդներում

Ուսումնասիրված է բացասական դիմադրություն ունեցող կրեմինիումի դիոդի հակադարձ
հաղորդակցության վերականգնման ժամանակի կախումը հակադարձ լարվածության մեծությունից
և ուղիղ հոսանքից, բեռնվածության հաստատուն դիմադրության դեպքում:

Ուղիղ հոսանքի անցման ժամանակ դիոդի բազայի նյութի զգալի դեկոմպենսացիայի պատ-
ճառով իմպուլսային բնութագրի հակադարձ ճյուղի վրա դիտարկվում է հոսանքի ակնթարթային
մեծացում, որը առաջանում է կիրառված ամբողջ լարման ρ -ի անցման վրա կատուկման հե-
տևանքով և կապված է վերջինիցս առաջացրած բազմացման հետ:

