

УДК 621.382.2

Член-корреспондент АН Армянской ССР Г. М. Авакьянц,
 С. В. Минасян, О. А. Оганесян

Диоды с отрицательным сопротивлением на основе кремния, компенсированного никелем

(Представлено 31/VII 1969)

Известно, что длинные диоды на основе компенсированного базового материала со структурой вида $p^+ - i - n^+$ имеют участок ОС на прямой ветви ВАХ.

Для создания глубоких примесных уровней в запрещенной зоне Si, мы проводили диффузию никеля, который в кремнии образует два акцепторных уровня $E_c + 0,21 \text{ эВ}$ и $E_c - 0,35 \text{ эВ}$ (¹). Максимальная растворимость никеля в кремнии $6 \times 10^{17} \text{ атом/см}^3$ наблюдалась при температуре 1260°C (²).

Диффузия проводилась путем предварительного химического осаждения Ni на пластинке кремния с последующей выдержкой в печи.

В качестве исходного материала использовались кремниевые пластины n-типа с удельным сопротивлением 40 и 80 ом см и толщиной 500—600 мк.

После диффузии мы получили высокоомный Si n-типа с удельным сопротивлением порядка 2—20 ком см, кроме того исходный материал после диффузии инвентировался в высокоомный p-типа.

С целью устранения нежелательных примесей, учитывая большой коэффициент диффузии никеля, пластины компенсированного кремния сошлифовались с обеих сторон до толщины 400—450 мк.

На компенсированных пластинах измерялась температурная зависимость удельного сопротивления. Из измерения определялась энергия активации акцепторного уровня.

Полученные значения оказались равными $E_c - (0,30 \pm 0,02) \text{ эВ}$, что близко к результату, полученному в работе (¹).

Вплавление контактов n^+ и p^+ (Au + Sb 0,01% и Al соответственно) проводилось в вакууме при температуре 680°C .

Полученные таким образом $p^+ - i - n^+$ диоды с толщиной базы 150—250 мк имели S-образные ВАХ в пропускном направлении.

Измерения статических ВАХ проводились в интервале температур от -45°C до $+80^\circ \text{C}$.

Наблюдаемые нами ВАХ были следующих типов: 1) с участком плавного „срыва“; 2) с гистерезисной петлей.

На ряде диодов было обнаружено, что величина тока срыва (J_{cp}), напряжение отсечки (V_{min}), тока отсечки ($J_{отс}$) с изменением температуры мало изменяются, причем величина токов срыва мала и лежит в пределах 50–250 μA . На других же диодах указанные выше параметры с ростом температуры растут (рис. 1, а, б, рис. 2, а).

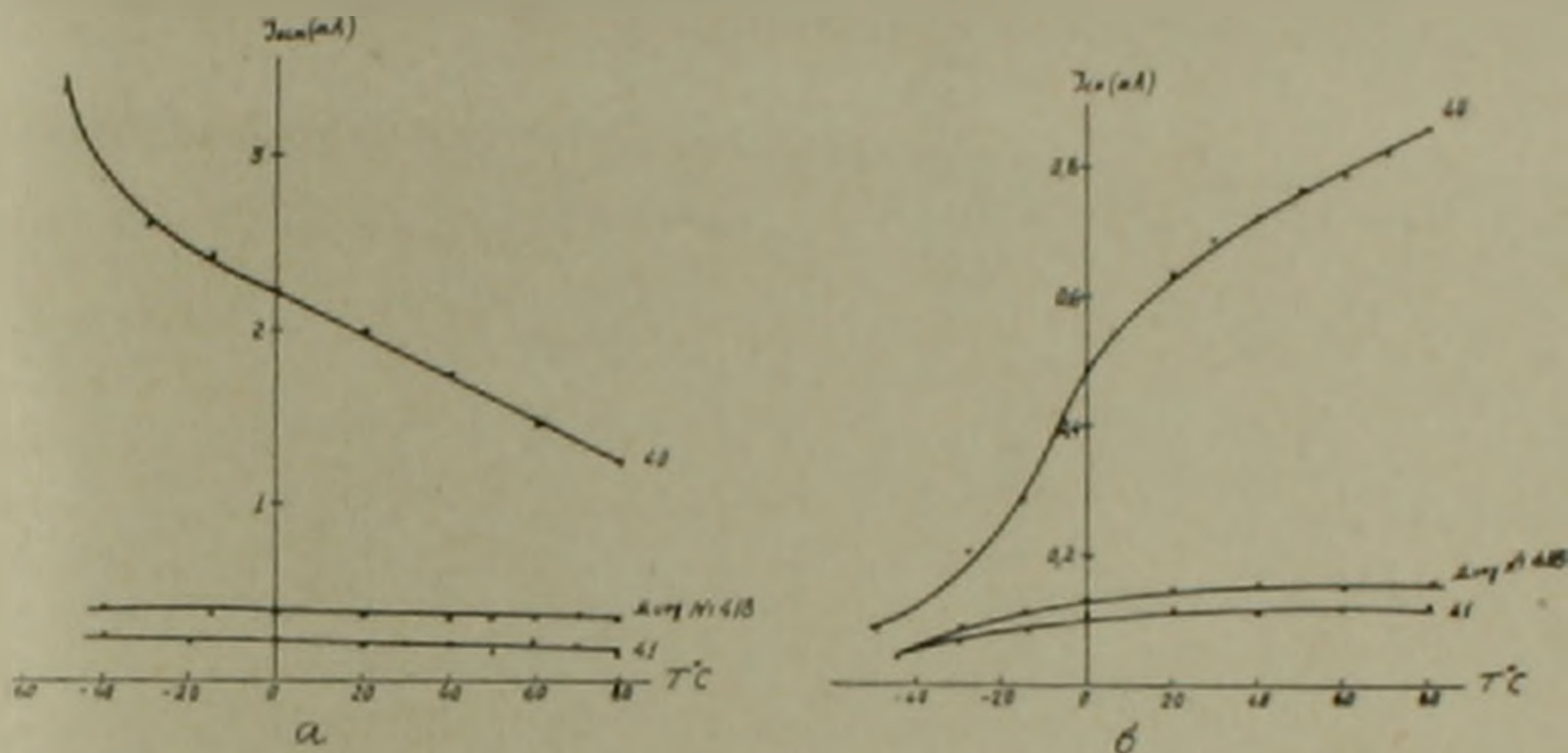


Рис. 1.

а — остаточный ток, как функция температуры; б — зависимость тока срыва от температуры

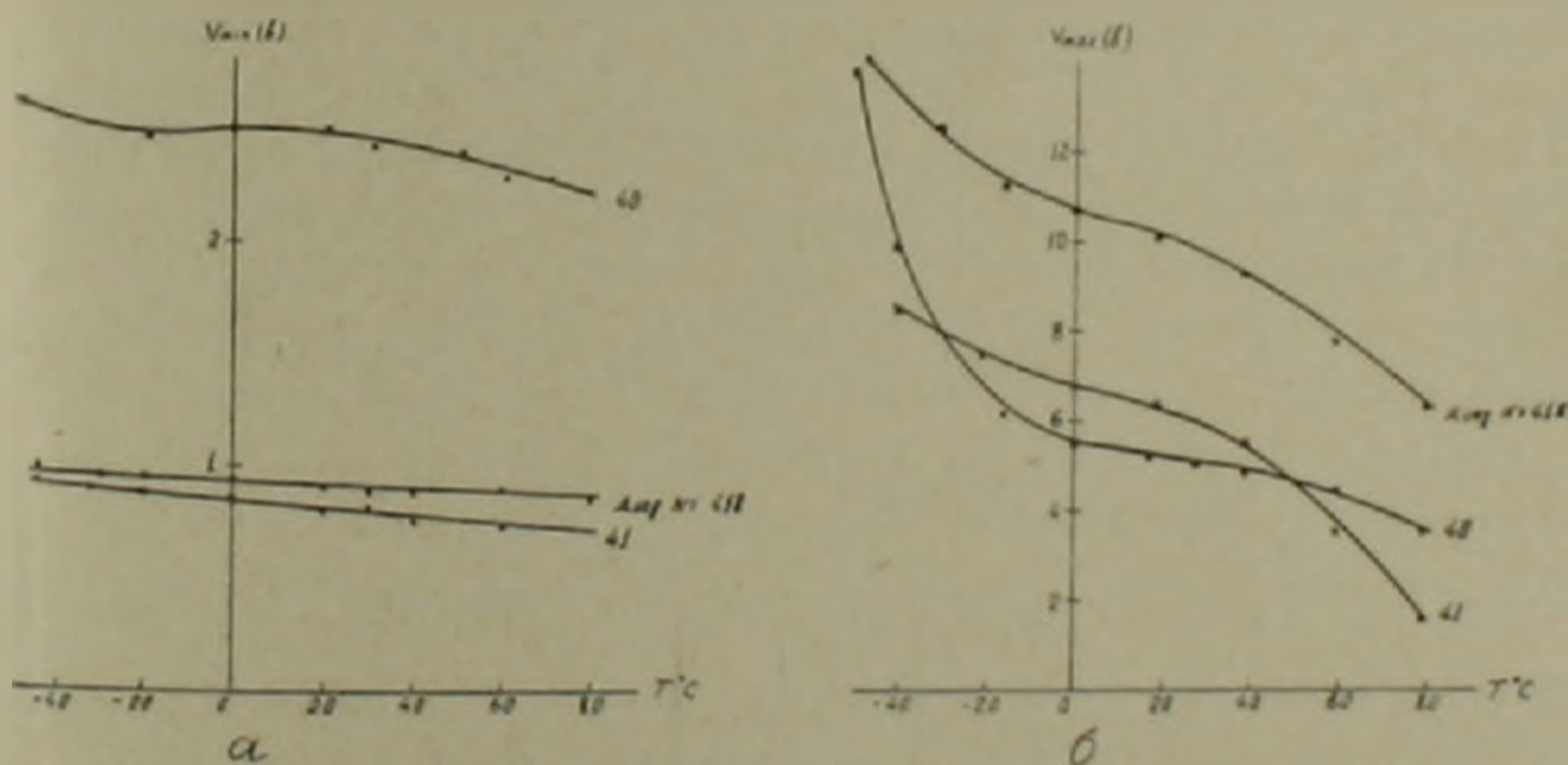


Рис. 2.

а — остаточное напряжение, как функция температуры; б — зависимость от температуры напряжения срыва

Температурные измерения ВАХ показали, что величина напряжения срыва для разных диодов лежит в интервале 40–30 В, и с ростом температуры убывает (рис. 2, б).

Величина отношения V_{max}/V_{min} для разных диодов лежит в интервале 2–20 при $T = 20^\circ C$ и с ростом температуры убывает, отношения $I_{ср}/I_{отс} \approx 1.2 - 4$.

Зависимость тока через диод до ОС от напряжения имеет вид $I = BV^n$, где величина n — изменяется от 1,5 до 2,5. После срыва чаще всего наблюдается вертикаль. Обращает на себя внимание малое значение остаточного напряжения (меньше 1 в).

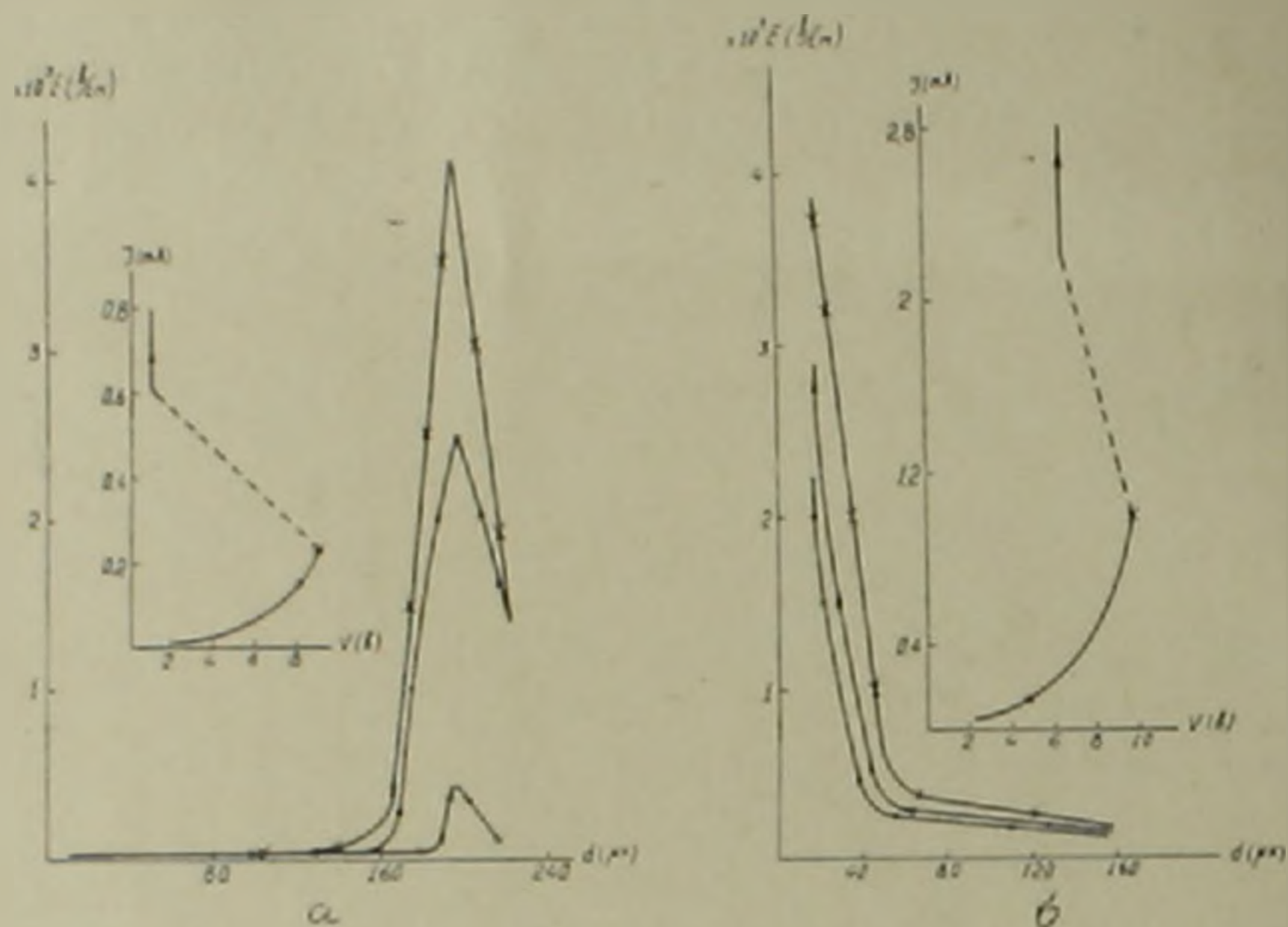


Рис. 3.

а — распределение электрического поля в базе $p-n-p$ структуры при разных токах и ВАХ, б — распределение электрического поля в базе $n-p-n$ структуры при разных токах и ВАХ

На нескольких диодах было снято распределение потенциала по базе. Максимальная напряженность электрического поля по базе диода лежит в интервале $10^3 - 10^4$ в/см, причем максимум поля лежит вблизи p^+ контактов для структуры $p-n-p$ и у контакта p^+ для структуры $n-p-n$ (рис. 3, а, б).

Институт радиофизики и электроники
Академии наук Армянской ССР

Հայկական ՍՍՀ ԳԱ ԲՊՐԱԿԻԳ-ԹԵԴԱՄ Գ. Մ. ԱՎԱԴՅԱՆՑ, Ս. Վ. ՄԻՆԱՍՅԱՆ, Ս. Ա. ՀՈՎՀԱՆՆԻՍՅԱՆ

Նիկելով կոմպենսացված բացասական դիմադրությամբ սիլիցիումային դիոդներ

Աշխատանքում բերված են նիկելի խառնուրդով սիլիցիումային S տիպի դիոդների ստատիկ փոխ-ամպերային բնութագրի ուսումնասիրությունները:

Ելույթ է տրված, որ բոլոր դիոդներում խզման լարումը V_{max} չերմաստիճանից կախված ընկնում է, իսկ որոշ պարամետրեր (J_{cp} , J_{omc} , V_{min}) դրեթե կախում են U թաանի դիոդների մոտ նկատվում էր այդ պարամետրերի էական փոփոխություն:

Ելույթ են տրված նաև, որ դիոդի բազայում էլեկտրական դաշտի մաքսիմում լարվածությունը բնկած է կոնտակտների մոտ:

Л И Т Е Р А Т У Р А — Գ Ր Ա Կ Ա Ն Ո Ւ Թ Յ Ո Ւ Ն

¹ S. K. Chandhi, K. E. Mortenson, J. M. Park, IEEE Trans. Electron Devices, Vol. 13, № 6, pp. 515—519 (1966). ² M. Yoshida and K. Furusho, J. Appl. Physics (Japan), Vol. 3, № 9, pp. 521—529 (1964).