

## ВЛИЯНИЕ НЕЙТРОННОГО ОБЛУЧЕНИЯ НА РАДИАЛЬНУЮ НЕОДНОРОДНОСТЬ НЕКОТОРЫХ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ МОНОКРИСТАЛЛОВ КРЕМНИЯ

Р. М. АБРАМЯН, Э. М. КАЗАРЯН, Г. Г. МАНУКЯН, Р. А. ОГАНЕСЯН

В распределении всякого рода структурных несовершенств по диаметру монокристаллов кремния имеется радиальная неоднородность, оказывающая большое влияние на параметры силовых полупроводниковых приборов (СПП) [1]. В связи с этим представляет большой интерес нахождение способов уменьшения неоднородностей распределения важнейших электрофизических параметров. Решение этого вопроса, естественно, приведет к стабилизации основных характеристик и повышению надежности СПП.

Одним из известных методов уменьшения неоднородностей легирования является высокотемпературный отжиг [2]. В работе [3] была предпринята попытка уменьшить разброс удельного сопротивления и времени жизни неосновных носителей заряда в монокристаллах кремния путем выбора вводимых примесей. Другим методом уменьшения разброса является радиационное легирование, которое в последнее время приобретает большое значение [4]. В работе [5] изучено изменение неоднородностей распределения удельного сопротивления кремния под действием нейтронного и  $\gamma$ -облучений различными дозами.

Нами проведено исследование влияния облучения быстрыми нейтронами на радиальную неоднородность удельного сопротивления и времени жизни неосновных носителей заряда. Исследовались монокристаллы кремния  $n$ -типа, легированные фосфором с концентрацией  $4 \cdot 10^{13}$  атом/см<sup>3</sup>.

Монокристаллы были выращены методом бестигельной зонной плавки в направлении (111). Из этих монокристаллов (диаметр—45 мм) вырезались шайбы толщиной до 1 мм. Средняя плотность дислокаций, определенная методом избирательного травления, составляла  $5 \cdot 10^4$  см<sup>-2</sup>. На образцах предварительно было исследовано радиальное распределение удельного сопротивления ( $\rho$ ) и времени жизни неосновных носителей заряда ( $\tau$ ).

Распределения значений каждого из этих параметров для различных образцов имели одинаковый вид и были симметричны относительно их геометрического центра. Измерения разброса удельного сопротивления и времени жизни неосновных носителей заряда до и после облучения проводились по двум взаимно-перпендикулярным диаметральному направлениям с интервалом 2 мм. Среднее значение удельного сопротивления для каждой точки измерения было получено усреднением данных восьми измерений. В полученных результатах учитывались краевые эффекты. Измерение величин удельного сопротивления и времени жизни неосновных носителей заряда осуществлялось 4-х зондовым методом [6] и методом спада фотопроводимости [7].

Изучение электрофизических параметров образцов после их облучения потоком быстрых нейтронов с дозой облучения  $1,1 \cdot 10^{13}$  нейтрон/см<sup>2</sup> показало, что их абсолютные значения существенно изменяются. Среднее зна-

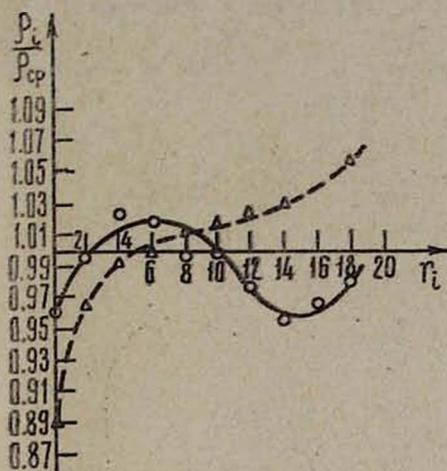


Рис. 1. Относительные значения удельного сопротивления в зависимости от радиуса образца.

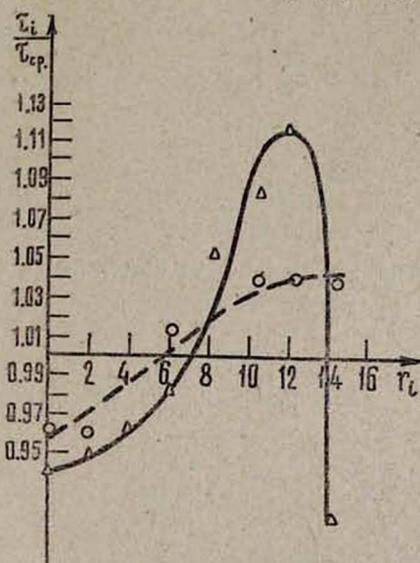


Рис. 2. Относительные значения времени жизни неосновных носителей заряда в зависимости от радиуса образца.

чение удельного сопротивления после облучения образцов увеличивается примерно в шесть раз, а среднее значение времени жизни неосновных носителей заряда уменьшается примерно в четыре раза.

На рис. 1 приведены зависимости  $\rho_i/\rho_{cp}$  от радиуса образца  $r_i$ , где  $\rho_i$  — значение удельного сопротивления для радиуса  $r_i$ , а  $\rho_{cp}$  — усреднен-

ное по диаметру значение удельного сопротивления. Сплошная кривая характеризует радиальное распределение удельного сопротивления до облучения, а пунктирная — после облучения. На рис. 2 приведены зависимости  $\tau_r/\tau_{cp}$  от радиуса  $r_1$  (в мм) до (сплошная линия) и после (пунктирная линия) облучения образца.

Как видно из рисунков, нейтронное облучение приводит к ранее не замеченному уменьшению разброса, или к «сглаживанию» значений времени жизни неосновных носителей заряда. Детальное изучение этого явления может открыть новую перспективу по увеличению стабильности и надежности СПП. В настоящее время нами изучаются структурные изменения исследуемых образцов с помощью рентгеновской топографии.

Ереванский политехнический  
институт им. К. Маркса  
СКТБ полупроводниковой  
техники

Поступила 27.X.1976

#### ЛИТЕРАТУРА

1. R. Mazur. J. Electr. Soc., 114, 255 (1967).
2. И. Н. Магден. Физика полупроводниковых материалов, Изд. Знание, сер. Физика, № 7, 39 (1975).
3. I. N. Magden et al. Phys. Stat. Sol. (a), 26, 737 (1974).
4. В. А. Харченко, С. П. Соловьев. Неорганические материалы в элементах микроэлектроники, Изд. Электроника, М., 1968.
5. В. К. Дубовой. Препринт КИЯИ 76—23, 1976, стр. 16.
6. L. Valdes. Proc. IRE, 42, 420 (1954).
7. L. Valdes. Proc. IRE, 40, 1420 (1952).

ՆԵՅՏՐՈՆԱՅԻՆ ԸՆՈՒԳԱՅԹՄԱՆ ԱԶԳԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ ՍԻԼԻՑԻՈՒՄԻ  
ՄԻԱԲՅՈՒՐԵՂԻ ՄԻ ՔԱՆԻ ԷԼԵԿՏՐԱՑԻԶԻԿԱԿԱՆ ՊԱՐԱՄԵՏՐԵՐԻ  
ՇԱՌԱՎՂԱՅԻՆ ԱՆՀԱՄԱՍԵՌՈՒԹՅԱՆ ՎՐԱ

Ռ. Մ. ԱՐՐԱԶԱՄՅԱՆ, Է. Մ. ՂԱԶԱՐՅԱՆ, Գ. Գ. ՄԱՆՈՒԿՅԱՆ, Ռ. Ա. ՆՈՎԶԱՆԵՍՅԱՆ

Ուսումնասիրված է նեյտրոնային ճառագայթման ազդեցությունը միաբյուրեղային սիլիցիումի մի քանի էլեկտրաֆիզիկական պարամետրերի անհամասեռության շառավղային բաշխման վրա: Ցույց է արված, որ նեյտրոնային ճառագայթման հետևանքով տեսակարար դիմադրության միջին արժեքը մեծանում է մոտ 6 անգամ, իսկ ոչ հիմնային լիցքակիրների կյանքի տևողության միջին արժեքը փոքրանում է 4 անգամ: Նկատված է այդ պարամետրերի ըստ տրամագծի պրման փոքրացում:

#### THE EFFECT OF NEUTRON IRRADIATION ON RADIAL INHOMOGENEITY OF SOME ELECTROPHYSICAL PARAMETERS OF Si CRYSTALS

R. M. ABRAMYAN, E. M. KAZARYAN, G. G. MANUKYAN, R. A. OGANESYAN

The effect of neutron irradiation on the radial inhomogeneity of some electro-physical parameters of Si crystals is studied. As a result the mean value of resistivity was increased by 6 times and the lifetime of minority charge carriers decreased by about 4 times. A decrease in the radial inhomogeneity of the lifetime spread was also observed.