

ВЛИЯНИЕ ОБЛУЧЕНИЯ МАЛЫМИ ДОЗАМИ ЭЛЕКТРОНОВ С ЭНЕРГИЕЙ 50 Мэв НА ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ КРЕМНИЯ n-ТИПА

Г. Н. ЕРИЦЯН, Ф. К. КАРАПЕТЯН, Р. А. МЕЛКОНЯН, В. А. СААКЯН

Облучение полупроводников быстрыми частицами (электроны, протоны, нейтроны), а также γ -лучами приводит к ряду эффектов [1]. Частицы сравнительно малой энергии (ниже 1 Мэв), как правило, создают в облучаемом материале дефекты преимущественно точечного типа (типа дефектов Френкеля), которые проявляются в том, что изменяют концентрацию и подвижность носителей тока. Радиационные дефекты влияют и на теплопроводность полупроводников, уменьшая, а при некоторых условиях даже увеличивая ее.

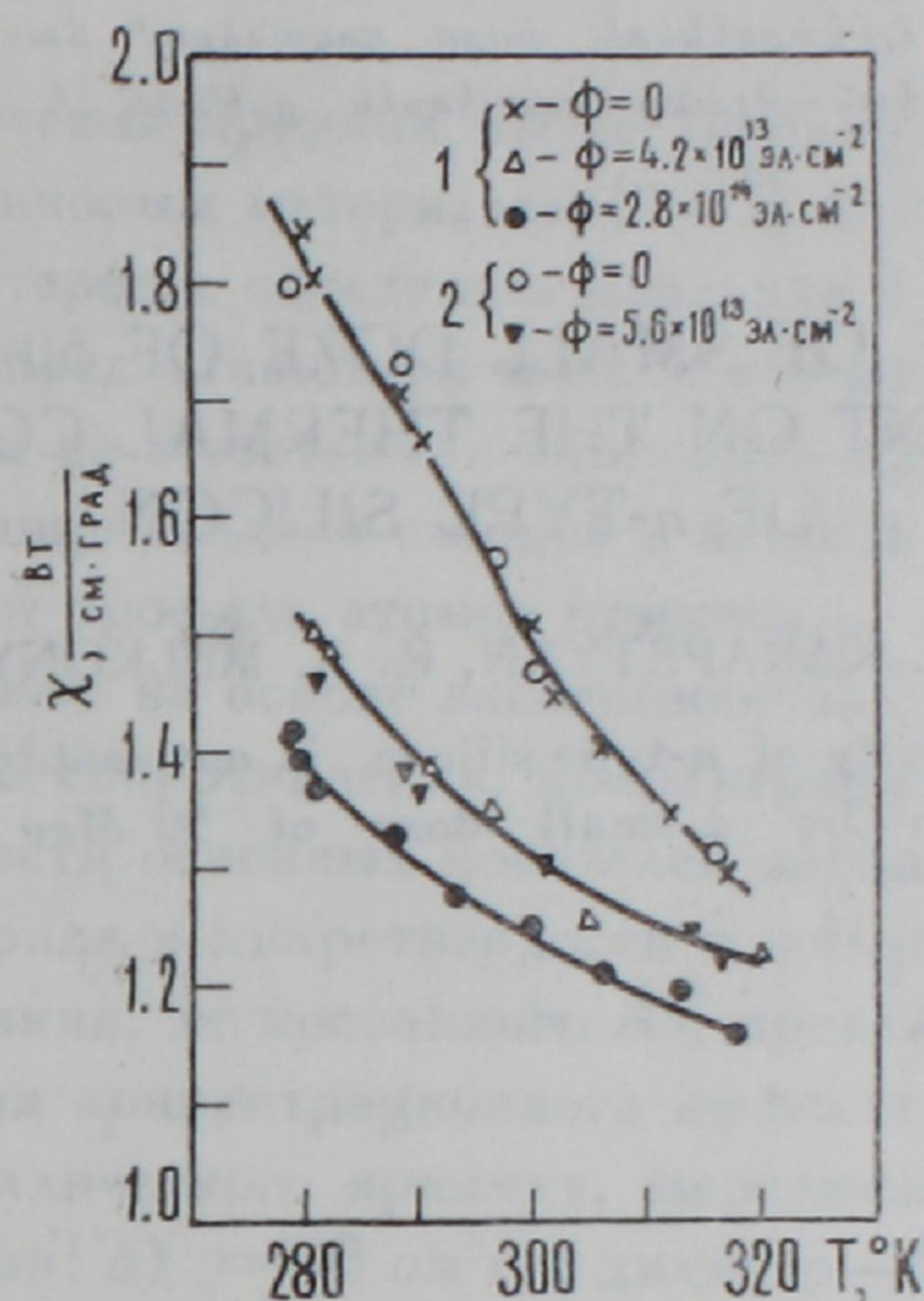
Насколько нам известно, в литературе нет данных по исследованию влияния облучения электронами с энергией выше 5 Мэв на теплопроводность полупроводников. Имеющиеся данные показывают, что теплопроводность кремния не изменяется под влиянием облучения дозой электронов меньше 10^{17} эл/см² при температурах, близких к комнатной [2—3].

Целью настоящей работы было изучение влияния облучения электронами с энергией 50 Мэв на теплопроводность кремния вблизи комнатных температур. Доза облучения специально выбиралась маленькой, чтобы концентрация образовавшихся точечных дефектов также была небольшой.

Для измерения теплопроводности были изготовлены четыре образца кремния *n*-типа (два образца с удельным сопротивлением 8 ом см и два — 35 ом см). Они имели вид прямоугольного параллелепипеда с размерами $15 \times 10 \times 10$ мм³, вырезанного из слитка в направлении $\langle 111 \rangle$. Поток тепла создавался при помощи плоской печи с сечением 1 см² и толщиной 0,5 мм. Нагреватель помещался между двумя образцами и питался от аккумулятора. Таким образом, поток был направлен по $\langle 111 \rangle$. Температура на определенных сечениях в двух образцах измерялась при помощи медь-константановых термопар. Вся установка, в которой использован абсолютный метод измерения теплопроводности, описана в работе [4]. Оценка возможных погрешностей установки в интервале температур от 80 до 350°К не превышает $\pm 3\%$.

Из литературных данных известно [5], что теплопроводность кремния при температурах, близких к комнатной, заметно изменяется только при больших дозах облучения электронами с энергией ниже 5 Мэв (10^{18} эл/см²). В нашей работе наблюдалось довольно большое изменение теплопроводности кремния и при дозах $5 \cdot 10^{13}$ эл/см² с энергией 50 Мэв. Например, при $T = 280^\circ\text{K}$ это изменение (уменьшение) составляет более 20% от общей теплопроводности. С увеличением дозы облучения изменение заметно растет и простирается в сторону высоких температур (см. рисунок). Из

полученных данных можно сделать вывод, что высокоэнергетичные электроны сильно влияют на саму решетку. Эти результаты, по-видимому, невозможно объяснить точечными дефектами. Образованные в ходе облучения разупорядоченные области имеют, вероятно, довольно большие размеры,



Температурная зависимость теплопроводности кремния p-типа, облученного быстрыми электронами.

так что фононный спектр в самой области отличается от спектра матрицы. Это обстоятельство приводит к дополнительному рассеянию фононов и уменьшению теплопроводности. Некоторую роль могут играть также границы разупорядоченных областей, являющиеся побочным источником рассеяния фононов, если они правильным образом не вписываются в матрицу.

Для выяснения конкретных механизмов рассеяния фононов и роли разупорядоченных областей в изменении теплоэлектрических свойств кремния необходимы дальнейшие исследования и при низких температурах в сочетании с оптическими свойствами. Работы в этом направлении продолжаются.

Ереванский физический институт

Поступила 15.XI.1974

ЛИТЕРАТУРА

1. Р. Ф. Коноплева, В. П. Литвинов, Н. А. Ухин. Особенности радиационного повреждения полупроводников частицами высоких энергий, Атомиздат, М., 1971.
2. F. L. Vook. Phys. Rev., 140, 2014 (1965).
3. M. Vandevuyver, H. J. Albany. Phys. Lett., A25, 115 (1967).
4. Е. Д. Девяткова и др. ФТТ, 2, 738 (1960).
5. F. L. Vook. Phys. Rev., 140, 605 (1965).

50 ՄԷՎ ԷՆԵՐԳԻԱՅՈՎ ՕԺՏՎԱԾ ԷԼԵԿՏՐՈՆՆԵՐԻ ՓՈՔՐ ԴՈՋԱՆԵՐՈՎ
ՃԱՌԱԳԱՅԹՄԱՆ ԱԶԴԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ n -ՏԻՊԻ ՍԻԼԻՑԻՈՒՄԻ
ԶԵՐՄԱՀԱՂՈՐԴԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՎՐԱ

Հ. Ն. ԵՐԻՑՅԱՆ, Ֆ. Կ. ԿԱՐԱՊԵՏՅԱՆ, Ռ. Ա. ՄԵԼԿՈՆՅԱՆ, Վ. Հ. ՍԱՀԱԿՅԱՆ

50 ՄԷՎ էներգիայով էլեկտրոնների փոքր դոզաներով ճառագայթումից հետո n -տիպի սիլիցիումի ջերմահաղորդականությունը զգալիորեն ընկնում է սենյակային ջերմաստիճանի մոտակայքում:

THE INFLUENCE OF SMALL DOZE OF 50 Mev ELECTRON
BOMBARDMENT ON THE THERMAL CONDUCTIVITY
OF n -TYPE SILICON

H. N. YERITSYAN, F. K. KARAPETYAN, R. A. MELKONYAN, V. H. SAHAKYAN

The thermal conductivity of n -type silicon is noticeably reduced after the bombardment of the specimen by a small doze of 50 Mev electrons at nearly room temperature.