

ПРИМЕНЕНИЕ СИНХРОТРОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СПЕКТРОВ ОТРАЖЕНИЯ ТВЕРДЫХ ТЕЛ В ВАКУУМНОМ УЛЬТРАФИОЛЕТЕ

Ф. А. Королев и О. Ф. Куликов

Синхротронное излучение от электронов ускоряемых в синхротроне ФИАН на 680 Мэв используется для исследования спектров отражения различных твердых тел в области от 500 до 2700 Å. Приведены спектры отражения от кристаллов KCl и кремния в этой области спектра под углами 45° и 70°.

В последнее время для исследования спектров поглощения и отражения различных веществ в области вакуумного ультрафиолета стало широко использоваться синхротронное излучение электронов [1-5]. Это связано с тем, что синхротронное излучение крупных электронных ускорителей в этой области спектра представляет собой источник, обладающий совокупностью свойств, весьма удобной для проведения таких измерений. К этим свойствам относятся: большая мощность излучения, непрерывность по спектру, высокая степень поляризации и острая направленность. Следует отметить, что детально разработанная теория синхротронного излучения [6] без существенных отклонений подтвердилась на опыте [1, 6-10], поэтому синхротронное излучение представляет собой такой источник, все свойства которого могут быть заранее точно рассчитаны. Так, например, для электронного синхротрона ФИАН расчет дает следующие характеристики синхротронного излучения электронов с энергией 650 Мэв; полная мощность излучения (во всем спектральном интервале) для среднего числа ускоряемых электронов равного $3 \cdot 10^{10}$ частиц составит величину около киловатта; максимум спектра излучения при этом приходится на длину волны 17 Å; мощность излучения того же числа электронов, приходящаяся на спектральный интервал в 1 Å, вблизи λ_{\max} составит $3.75 \cdot 10^7$ эрг/сек. Å, вблизи 1000 Å — $17.4 \cdot 10^4$ эрг/сек. Å и вблизи 5000 Å — $4.08 \cdot 10^3$ эрг/сек. Å; степень поляризации излучения не менее 75%; угловой раствор конуса вокруг направления мгновенной скорости излучающих электронов, в котором сосредоточена практически вся мощность излучения, составляет величину в несколько угловых минут.

На основе синхротрона ФИАН на 680 Мэв и вакуумного монохроматора ВМР-2 создана установка для исследования спектров отражения и пропускания образцов в области от 400 до 2700 Å. Подсоединение дополнительного откачного агрегата ВН-2 к вакуумному световоду, соединяющему камеру синхротрона с монохроматором, позволило получить в монохроматоре вакуум, необходимый для нормальной работы синхротрона (10^{-6} мм рт. ст.). Сигнал, регистрируемый с помощью ФЭУ, подавался через блок амплитудно-временного преобразователя на пересчетную схему типа ПС-10.000. На другой пересчетной схеме того же типа регистрировался сигнал, пропорциональный числу электронов, ускоряемых в каждом цикле. Сканирование по спектру осуществлялось дистанционным поворотом дифракционной решетки с контролем за указателем поворота

решетки по телевизионной камере, так как монохроматор расположен в том же зале, где находится синхротрон. Юстировка монохроматора осуществлялась по видимой части спектра синхротронного излучения. При измерениях сначала регистрировался спектр синхротронного излучения,

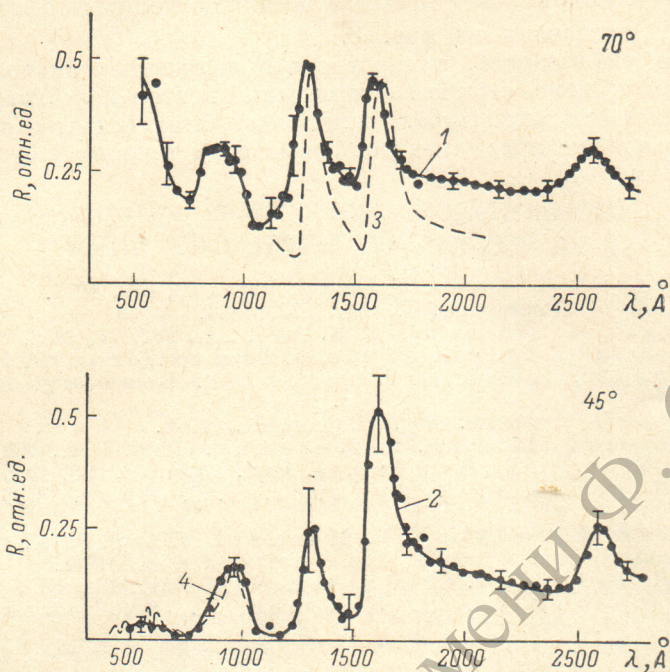


Рис. 1. Зависимость коэффициента отражения кристалла КСl от длины волны.

Сплошные кривые: 1 — отражения под углом 70° , 2 — под углом 45° . Штриховые кривые: 3 — данные из работы [12], 4 — данные из работы [13].

затем спектр отражения образца под различными углами и затем вновь спектр синхротронного излучения. Электронная схема регистрации позволяла измерять величину сигнала в момент достижения электронами

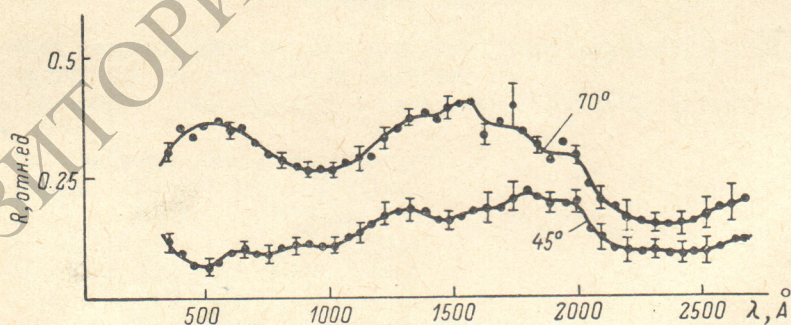


Рис. 2. Зависимость коэффициента отражения кремния от длины волны.

энергии 550 Мэв. Входная щель монохроматора ВМР-2 была максимальной, а выходная шириной 0.24 мм. Для контроля за работой прибора был измерен хорошо изученный в этой области спектр отражения свежего скола кристалла КСl. На рис. 1 показаны результаты измерений коэффициента отражения для КСl и приведены данные других авторов [12, 13]. Коэффициент отражения из работы [12] был приравнен к на-

шим данным для отражения под углом 70° при длине волны 1600 \AA , а из работы [13] при 925 \AA . Из приведенных данных видно вполне удовлетворительное согласие наших измерений с результатами, полученными иными авторами. Была исследована также зависимость коэффициента отражения чистого поликристалла кремния от длины волны в области от 300 до 2700 \AA , показанная на рис. 2.

Как уже указывалось, синхротронное излучение сильно поляризовано, причем в нашем случае электрический вектор колеблется в основном в плоскости падения луча. По-видимому, этим обстоятельством объясняется сильное отличие спектров отражения кремния под углами падения в 70 и 45° .

Литература

- [1] R. Haensel, C. Kunz. *Zs. angew. Phys.*, **23**, 276, 1967.
- [2] K. Codling. *Astrophys. J.*, **143**, 552, 1966.
- [3] P. Jaegle, G. Missoni. *C. R. Acad. Sci.*, **262**, 71, 1966.
- [4] T. Sagawa, Y. Iguchi et etc. *J. Phys. Soc., Japan*, **21**, 2602, 1966.
- [5] R. Haensel, C. Kunz, T. Sasaki, B. Sonntag. *Appl. Opt.*, **7**, 301, 1968.
- [6] Синхротронное излучение. Изд. «Наука», М., 1966.
- [7] O. H. Tomboulion, P. L. Hartman. *Phys. Rev.*, **102**, 1433, 1956.
- [8] K. Codling, R. P. Madden. *J. Appl. Phys.*, **36**, 380, 1965.
- [9] Ф. А. Королев, О. Ф. Куликов, А. С. Яров. *ЖЭТФ*, **43**, 1653, 1962.
- [10] G. Batow, E. Freytag, R. Haensel. *J. Appl. Phys.*, **37**, 3443, 1966.
- [11] Ускоритель электронов на 680 Мэв . Госатомиздат, М., 1962.
- [12] D. M. Roessler, W. C. Walker. *Phys. Rev.*, **166**, 599, 1968.
- [13] D. Blechschmidt, R. Klucher, M. Skibowski. *DESY-Notiz*, 69/27, 1969.

Поступило в Редакцию 20 мая 1970 г.

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМЕНИ Г. СКОРИНЫ