

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

СПЕКТРАЛЬНАЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ ТЕЛЕВИЗИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ РЕНТГЕНОВСКИХ ДИФРАКЦИОННЫХ ТОПОГРАФИЧЕСКИХ КАРТИН

С. А. ШАБОЯН, А. Г. ГРИГОРЯН

Основной проблемой визуализации рентгеновских топографических картин является чувствительность телевизионной системы, что связано с малой интенсивностью дифрагированных волн [1—3]. Чувствительность рентгеновской телевизионной системы зависит от длины волны рентгеновского излучения (спектральная чувствительность). В видеоконсодержащих рентгеновских телевизионных системах, как правило, спектральная чувствительность определяется чувствительностью видикона.

Детальное исследование показывает, что длина волны максимальной чувствительности видикона не совпадает с длиной волны максимальной чувствительности рентгеновской телевизионной (образец-видикон) системы. Следовательно, для нахождения оптимального условия визуализации необходимо учесть не только максимальную спектральную чувствительность видикона, но и зависимость интегральной интенсивности дифрагированных волн от длины волны и от поглощения в образце (толщины образца). Это и является целью настоящей работы.

Рассмотрим зависимость качества изображения дефектов, полученного на экране монитора, от длины волны изображающего рентгеновского монохроматического излучения, от поглощения этого излучения в кристалле и от спектральной чувствительности видикона.

Допустим, что рентгеновское монохроматическое излучение с длиной волны λ падает на кристаллическую пластинку, отражающие плоскости которой перпендикулярны к ее большим поверхностям. Для простоты рассмотрим случай, когда дислокации (дефекты) расположены у поверхности образца.

В рассматриваемом случае можно пользоваться кинематической теорией рассеяния рентгеновских лучей [4] и для расчета интегральной интенсивности волн, дифрагированных на дислокациях, воспользоваться формулой

$$J_{int} = F^2 \left(\frac{e^2}{mc^2} \right)^2 \frac{N^2}{\sin 2\theta} \frac{1 + \cos^2 2\theta}{2} V. \quad (1)$$

Если за фактор поглощения принять множитель $\exp(-\mu t \sec \theta)$, где t — толщина образца, μ — коэффициент поглощения, то зависимость интегральной интенсивности (1) от длины волны и поглощения можно представить в виде

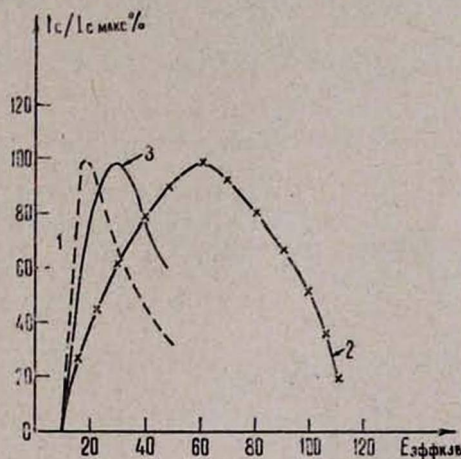
$$J_{int} \sim \frac{1 + \cos^2 2\theta}{\sin 2\theta} i^3 \exp(-c i^3 \sec \theta), \quad (2)$$

где c — постоянная для кристалла кремния с толщиной 500 мкм, равная $44,949 \text{ Å}^{-3}$, $c i^3 = \mu$.

Как видно из (2), интегральная интенсивность зависит от двух множителей, каждый из которых, в свою очередь, зависит от длины волны.

Множитель $\frac{1 + \cos^2 2\theta}{\sin 2\theta} i^3$ с увеличением длины волны увеличивается, а множитель $\exp(-c i^3 \sec \theta)$ — уменьшается. Следовательно, существует оптимальная длина волны, для которой интегральная интенсивность принимает максимальное значение.

Для отражения (220) кремния построена кривая зависимости интегральной интенсивности дифрагированных волн от длины волны или от энергии фотонов. Эта зависимость представлена графиком, приведенным на рисунке. Как видим, максимальная интенсивность получается для энергии 18 кэВ (кривая 1). Однако, как показано на том же рисунке, максимальная спектральная чувствительность видикона ЛИ-417 соответствует энергии 60 кэВ (кривая 2).



Следовательно, для нахождения оптимальной длины волны максимальной чувствительности необходимо построить кривую, выражающую произведение кривых 1 и 2. Такая кривая нами построена и приведена на рисунке. Эта кривая 3 показывает, что для телевизионной системы, содержащей видикон ЛИ-417 (максимальная спектральная чувствительность которого есть 60 кэВ), для образцов кремния с толщиной 500 мкм с отражением (220) при съемке по методу Ланга максимальный сигнал получается при излучении с энергией $E \approx 26 \text{ кэВ}$, что соответствует длине волны $\lambda = 0,475 \text{ Å}$.

Поступила 5.IX.1977
После переработки 20.V.1979

1. J. Chikawa, J. Fujimoto. *NHK Technical Monograph*, 23, 3 (1974).
2. N. Chester, C. Thomas, M. Loomis, M. Weiss. *Bell. Sys. Tech.*, 48, 345 (1969).
3. A. Authier. *Advances in X-ray Analysis*, Plenum Press, 1967, vol. 10, p. 9.
4. Р. Джеймс. *Оптические принципы дифракции рентгеновских лучей*. Изд. ИЛ, М., 1950.

ՀԵՌՈՒՍԱՏՆՍԱՅԻՆ ՍԱՐՔԻ ՍՊԵԿՏՐԱԿԱԶԳԱՅՈՂՈՒԹՅՈՒՆԸ
ՌԵՆՏԳԵՆԱՏՈՊՈԳՐԱՖԻԿ ՆԿԱՐՆԵՐԻ ՎԻԶՈՒԱԼԻԶԱՑԻԱՅԻ ԴԵՊՐՈՒՄ

Ս. Հ. ՇԱԲՈՅԱՆ, Ա. Գ. ԴՐԻԳՈՐՅԱՆ

Ստացված է դիֆրակցիայի ճառագայթման ինտենզիտետի ինտենսիվության կախվածությունը ալիքի երկարությունից և կլանումից: Սխիցիումի համար (220) անդրադարձման դեպքում կառուցված է ճառագայթման ինտենսիվության կախվածության կորը ֆոտոնների էներգիայից: Այս կորի և ՊՈ-417 վիդիոնի սպեկտրալ զգայողության կորի համադրումից ստացված է ռենտգենյան ճառագայթման ալիքի օպտիմալ երկարությունը, որը ապահովում է տեսանելիության մաքսիմալ զգայողությունը ՊՈ-417 վիդիոնի զգալորժման ժամանակ:

SPECTRAL SENSITIVITY OF TV SYSTEM FOR VISUALIZATION
OF X-RAY DIFFRACTION TOPOGRAPHIC PATTERNS

S. A. SHABOYAN, A. G. GRIGORYAN

The optimal conditions of visualization were determined taking into account the maximum sensitivity of vidicon in use and the optimal integral intensity of diffracted radiation.

On the basis of the dependence of integral intensity of diffracted radiation on the wave-length at the absorption of Si, the curve of diffracted radiation intensity versus the photon energy was constructed.