

## ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ ЭЛЕКТРОНОВ НА КРАЮ ТОНКИХ ЗАРЯЖЕННЫХ ПЛЕНОК

*И.Ф.Анашкин, Е.С.Кужиков, И.Г.Стоянова*

Предлагается новый способ получения электронных интерференционных изображений.

Обнаружено, что электрическое поле на краях заряженных прозрачных для электронов пленок может вызывать когерентное расщепление электронной волны.

Один из способов осуществления интерференционного изображения показан на рис.1. Электрическое поле, возникающее в системе, приведенной на рис.1,а, изменяет фронт электронной волны. Сдвиг фазы электронной волны, проходящей через такое поле без учета релятивистских членов, равен [1].

$$\Delta\phi = \frac{\pi}{\lambda U} \int_{-L/2}^{+L/2} V(x, y) dy,$$

где  $\lambda$  – длина электронной волны;  $V(x, y)$  – распределение потенциала около пленки;  $U$  – ускоряющее напряжение;  $L$  – расстояние между поверхностями нулевого потенциала. Интегрирование ведется вдоль траекторий  $x = \text{const}$ . Ось  $x$  расположена в плоскости пленки перпендикулярно ее краю. Ось  $y$  – направлена перпендикулярно плоскости пленки. При прохождении через пленку имеет место дополнительный сдвиг фазы, равный

$$\Delta\phi_{\text{пл}} = \frac{\pi\Phi_0 d}{\lambda U},$$

где  $\Phi_0$  – значение среднего внутреннего потенциала вещества пленки;  $d$  – толщина пленки. Характер распределения  $\Delta\phi_{\text{общ}} = \Delta\phi + \Delta\phi_{\text{пл}}$  вдоль пленки, повторяющий изменение формы волнового фронта в поле системы, представленной на рис.1,а, показан на рис.1,б. В этом слу-

чае интерференционная картина возникает на фоне теневого изображения границы пленки в результате наложения двух когерентных волн, исходящих из источников  $S_1$  и  $S_0$ , и проходящих вне пленки и через

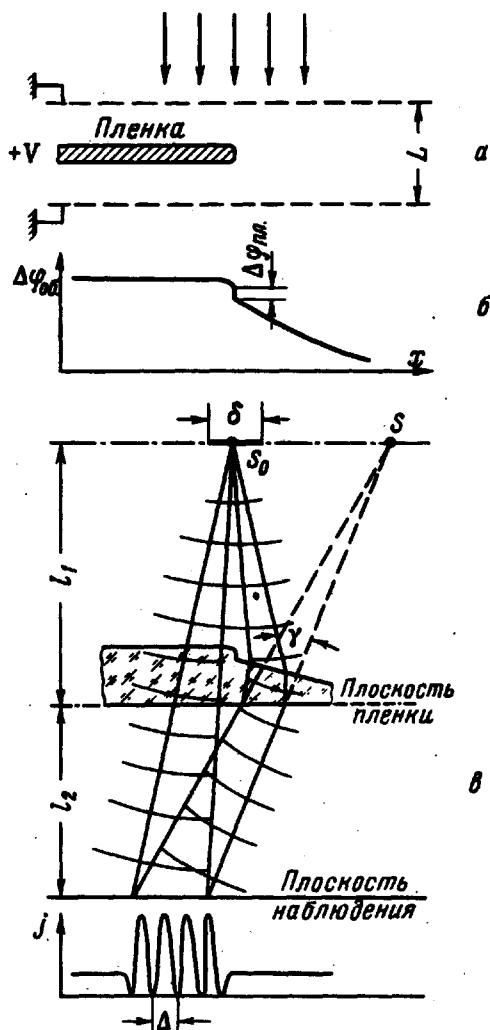


Рис.1. Схема возникновения интерференции электронов на краю положительно заряженной пленки

пленку. Расстояние между полосами  $\Delta$  в такой интерференционной картине определяется выражением

$$\Delta = \frac{\lambda(l_1 + l_2)}{l}$$

где  $l_1$  и  $l_2$  — расстояния от пленки до плоскости источников и соответственно плоскости наблюдения;  $\gamma$  — угол отклонения электронов, проходящих в пространстве около пленки.

Модуляция интенсивности на участке перекрытия электронных волн (рис.1,б) имеет место только при выполнении условия когерентности  $\delta < \Delta l_1/l_2$ , где  $\delta$  — размер источника. Наличие резко нелинейного участка изменения  $\Delta\phi$  вблизи края пленки приводит к появлению третьего интерферирующего луча. Вследствие малости этого участка (величина порядка толщины пленки), интенсивность этого луча невелика и не может изменить периодичности и общей интенсивности двухлучевого интерференционного изображения. Характер рассматриваемых явлений слабо зависит от формы нулевых эквипотенциалей, задаваемых формой заземленных электродов, поэтому приведенная схема обладает известной общностью.

Для наблюдения интерференционных явлений использовался электронный интерференционный микроскоп на базе электронного микроскопа УЭМВ-100 [2]. Исследовались угольные пленки толщиной (300–500) Å, получаемые напылением в высоком вакууме на свежий скол слюды. Схема, показанная на рис.1,а, на практике представляла собой совокупность трех микросеток, располагавшихся на расстоянии порядка 100 мк одна от другой. Исследуемая пленка наносилась на центральную микросетку, на которую подавался потенциал  $\pm(0-100)$  в. Все устройство располагалось между объективной и промежуточной линзами электронного микроскопа. На конечном экране получалось увеличенное в 650 раз теневое изображение пленки. На рис.2 (см. вклейку) показаны интерференционные изображения края пленки, возникающие при подаче положительного потенциала на пленку.\* С увеличением потенциала расстояние между интерференционными максимумами уменьшается, а зона интерференции увеличивается. Как и в случае интерференции электронов с бипризмой [3], дифракция Френеля вызывает модуляцию интенсивности интерференционных максимумов. Высокий контраст интерференционных линий  $(i_{\max} - i_{\min})/(i_{\max} + i_{\min}) = 0,4$  говорит о сохранении когерентности электронной волны при прохождении через тонкие пленки.

Таким образом предлагаемый нами способ позволяет получать электронные интерференционные изображения с регулируемыми характеристиками.

Принципиальная аналогия метода получения электронных интерференционных изображений краев пленок и метода получения голограмм в световой оптике дает возможность использования рассмотренных явлений в электронной голографии.

Авторы считают своим приятным долгом поблагодарить академика Г.М. Франка за интерес к работе.

## Литература

- [1] В.Глазер. Основы электронной оптики. Гостехиздат, М., 1957.  
[2] И.Ф.Анашкин, И.Г.Стоянова, А.Ф.Чяпас. Изв. АН СССР, сер. физ.,  
30, № 5, 1966.  
[3] G.Möllenstedt, H.Düker. Zs. Phys., 145, 377, 1956.

---

\* Когерентное расщепление электронной волны могут вызывать также поля электростатических зарядов, возникающих в непроводящей или полупроводящей пленке при облучении ее электронами. В этом случае пленку необходимо располагать в плоскости предмета объективной линзы микроскопа, а интерференционное изображение края пленки наблюдается при соответствующей дефокусировке. В такой системе нами наблюдались четкие интерференционные изображения краев тонких коллоидных пленок.