

СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ АН СССР
ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ

О.П.Алешко - Ожевский, В.П.Дикарев, В.А.Карпенко,
Т.М.Королькова, Н.С.Кузнецов, В.Е.Панченко

РЕНТГЕНОТОПОГРАФИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ
ВИДИКОНА С НАКОПЛЕНИЕМ
ИЗОБРАЖЕНИЯ НА МИШЕНИ: АПРОБАЦИЯ
НА СИНХРОТРОННОМ ИЗЛУЧЕНИИ

ПРЕПРИНТ 80-196

Работа поступила - 14 октября 1980 г.

Ответственный за выпуск - С.Г.Попов
Подписано к печати 27.X-1980г. МН 06986
Усл. 0,5 печ.л., 0,4 учетно-изд.л.
Тираж 150 экз. Бесплатно
Заказ № 196.

Отпечатано на роталпринте ИЯФ СО АН СССР



О.П.Алешко-Ожевский, В.П.Дикарев, В.А.Карпенко,
Т.М.Королькова, Н.С.Кузнецов, В.Е.Панченко

РЕНТГЕНТОПОГРАФИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ВИДИКОНА С НАКОПЛЕНИЕМ
ИЗОБРАЖЕНИЯ НА МИШЕНИ: АПРОБАЦИЯ НА СИНХРОТРОННОМ ИЗЛУЧЕНИИ

А Н Н О Т А Ц И Я

Измерены основные параметры рентгеновидикона с накоплением изображения на мишени и окном из стеклоуглерода. Область нормальной экспозиции, коэффициент контрастности, пространственное разрешение, чувствительность и ее порог приведены в сравнении с топографическими фотопластинками. Телевизуализация проиллюстрирована Лауэ-топограммами.

Измерение характеристик рентгеновидикона с накоплением изображения на мишени (диаметр рабочей зоны 18 мм; окно из стеклоуглерода толщиной 0,8 мм), существенных для задач рентгеновской топографии, выполнено с использованием стандартных телекамеры КТП-52 и телевизионной установки ПТУ-38 с видеоконтрольными устройствами (мониторами) ВК-29 и ВК-23 (с фотоприставкой). Установка ПТУ-38 была оснащена стрелочными приборами для установки и контроля напряжений накала, на управляющем электроде (модуляторе), сигнальной пластине, I^М и 2^М анодах и сетке мишени. Вместе с этим комплектом телевизионной аппаратуры использовался видеомаягнитофон "Электроника ЛП-08":

Апробация опытного образца видикона выполнялась при таких напряжениях на электродах:

	использованное	рекомендуемое
сигнальная пластина	80В	55В (40 + 70В)
1 ^М анод	410В	350 + 400В
2 ^М анод	300В	-"-
сетка мишени	525В	550 + 600В
модулятор	-50В	(-40) + (-150)В

Амплитудный селектор всегда был включен. Для стирания (гашения) накопленных изображений использовалось только запирание видикона подачей на модулятор напряжения -160В; вообще устойчиво видикон открывается при напряжении на модуляторе > - 55В. На сигнальной пластине постоянно было напряжение 80В, т.е. несколько больше, чем рекомендуется; получаемое при этом некоторое увеличение чувствительности еще не приводило

к пересветке. На стирание накопленного изображения уходит от нескольких секунд до нескольких минут – в зависимости от предшествующей экспозиции; чрезмерные засветки видикон "помнит" до нескольких часов. Память открытого видикона с накопленным изображением заведомо не короче 10 мин. Визуально мишень однородна, хотя в пределах рабочей зоны наблюдалось более десяти локальных дефектов: позитивных и негативных. Замечено, что случайное увеличение напряжения на модуляторе до $(-10) + (-12)$ В может приводить к появлению нестираемых пятен, впрочем, слабо просматривающихся при -50 В. Для исключения некоторой чувствительности видикона в видимой области его окно было закрыто черной бумагой. Яркие топографические рефлексны на синхротронном излучении (СИ) немедленно визуализуются видиконом; изображение исчезает (т.е. накопление еще не проявило себя) сразу после перекрывания рефлекса.

Измерение чувствительности и динамического диапазона видикона было выполнено в сравнении с фотопластинками для ядерных исследований типа МР с эмульсией № 106 толщиной 10 мкм (ТУ 6-17 778 - 76; 6×9 см²). В идентичных условиях мишень видикона и фотопластинки освещались линиями К-серии Мо, разделенными при дифрагировании по Брэггу излучения рентгеновской трубки (проекция фокуса ~ 40 мкм) на кремнии (отражение (III)). В этих же условиях регистрировались интенсивности этих линий и соответствующие им мощности экспозиционных доз. Измерения выполнялись при различных экспозициях. Набор экспозиций автоматически расширялся за счет одновременного накопления на мишени видикона и одновременной съемки на пластинку изображений проекции фокуса рентгеновской трубки в четырех длинах волн: Мо К α_1 , α_2 , β_1 и β_2 – за счет существенного различия их интенсивностей. Изображения К-линий Мо на пластинках с различной экспозицией представляли некоторую совокупную сенситограмму. Результатом фотометрирования по К-линиям Мо (и по их контурам для нахождения соответствующих пикам линий мощностей экспозиционных доз) приведены на рис.1, где D – плотность почернения; H – экспозиция; Φ – флюенс фотонов К-серии Мо. Из зависимости $D(H)$ и характеристической кривой $D(\lg H)$ для пластинок МР имеем: собственная вуаль $D_0 \approx 0,15$; область нормальной экспозиции $\lg H = (-0,55) + (-0,15)$ ($H = 0,28 + 0,71P$; $D = 0,95 + 2,25$;

широта пластинки равна 2,5); коэффициент контрастности – 3,25;

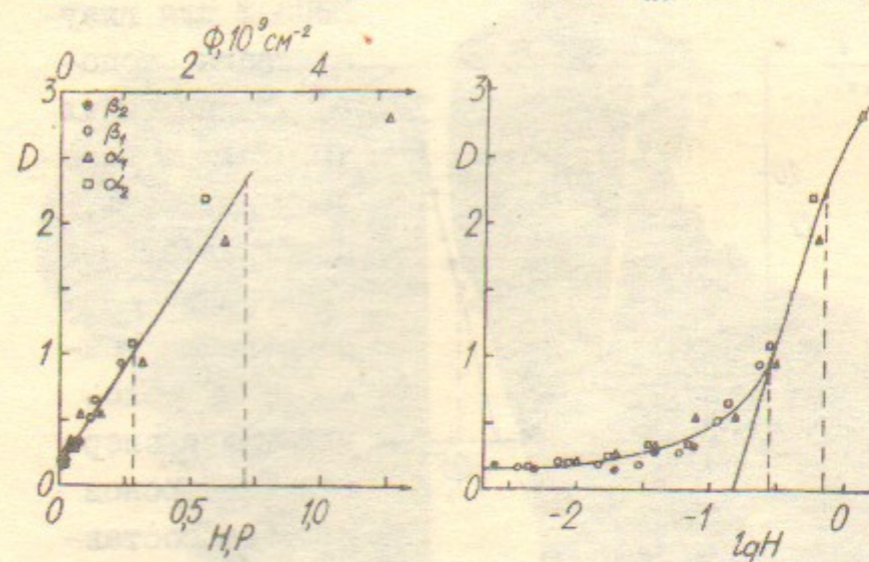


Рис.1.

чувствительность при $D = D_0 + 0,85$ равна $3,57P^{-1}$.
Изображение К-спектра Мо снималось на пленку "Микрат-300" (камера "Зоркий-4К" с объективом "Индустар-50";

относительное отверстие 1:8; выдержка 3 с) с экрана монитора ВК-23 по мере накопления изображения на мишени видикона (полное время накопления составило 12 мин). Результаты фотометрирования негативных кадров приведены на рис.2. Если при фотометрировании пластинок плотность почернения измерялась вместе с собственной вуалью эмульсии, то при фотометрировании снимков с экрана монитора измерялась плотность почернения, обязанная только К-линиям Мо. Из зависимости $D(H)$ и "характеристической кривой видикона" $D(\lg H)$ имеем:

"область нормальной экспозиции" $H = (-0,53) +$ более $(-0,32)$ ($H = 0,30 +$ более $0,48P$; $D = 0,63 +$ более $1,38$; "широта" более 1,6);

"коэффициент контрастности" – 3,57;

"чувствительность" при $D = 0,85$ равна $2,81P^{-1}$.

Здесь понятие "области нормальной экспозиции" очень условно: ведь профотометрированы уже визуально наблюдаемые на экране монитора линии; точнее отражает возможности видикона извлекаемый из рис.2 порог чувствительности видикона, равный $0,023P$, что соответствует $9,5 \cdot 10^7$ см⁻² фотонов К-серии Мо. Насыщения изображения не наступало, во всяком случае, до $H = 0,48 P$, что в 20 раз выше порога чувствительности. Следует отметить удовлетворительную пропорциональность $D \sim H$.

Видикон используется на пучке СИ электронного накопителя

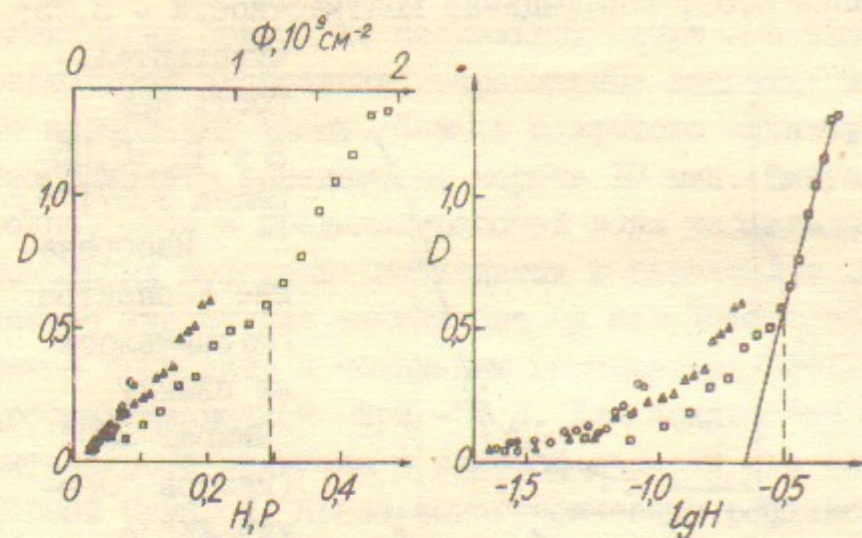


Рис. 2.

ВЭП-3 для визуализации топограмм различных кристаллов в белом излучении. Приблизительные экспозиции для накопления контрастных топограмм при энергии электронов 2,2 ГэВ составляют (в мА - ток в накопителе) для

кремния толщиной ~400 мкм 15 мА.мин (Лауэ) и 4 мА.мин (Брегг);

арсенида галлия ~250 мкм и кварца ~500 мкм 8 мА.мин (Лауэ);

фтористого лития ~1 мм 1 мА.мин (Лауэ).

Помимо визуального наблюдения удобно фотографировать топограммы с экрана монитора. Это не заменяет чистый фотометод, но позволяет оперативно запечатлеть большой объем информации, когда к пространственному разрешению не предъявляются большие требования (на рис. 3 и 4 показаны сравнительные топограммы X(002) - и Z(200) - срезов кристалла ДКФР: слева - фотометод, справа - телевизуализация). Для оценки пространственного разрешения при фотографировании с экрана монитора был профотометрирован короткий участок изображений одной и той же дислокации смешанного типа в кремниевой эпитаксиальной структуре, полученных на фотопластинке непосредственно - и на пленке, снятой с экрана монитора (рис. 5; штрихами - чистый фотометод; сияющая цель микрофотометра 11,5 мкм). Линия дислокации была расположена перпендикулярно строкам монитора. На изображения горизонтальных линий неизбежно накладывается строчный рельеф (см. фотометрированные пленки, снятой с экрана монитора, перпендикулярно строкам на рис. 6).

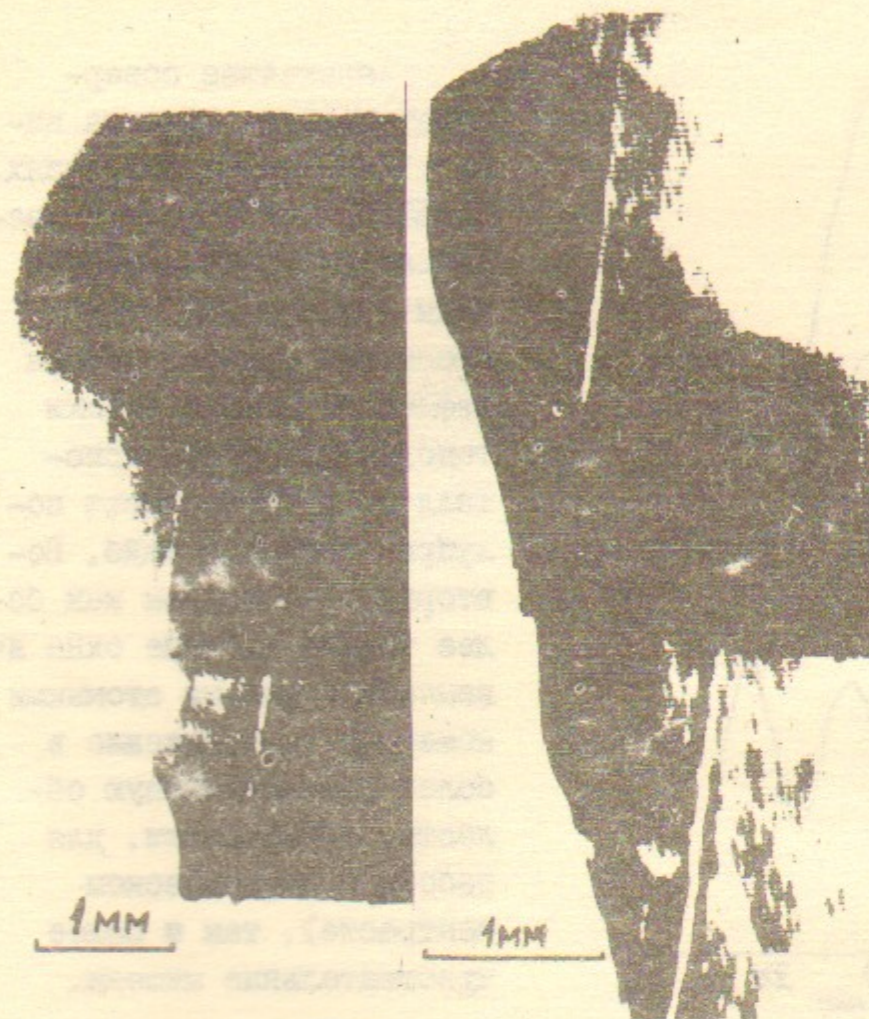


Рис. 3.

Здесь основные характеристики видикона измерены для фотонов с энергией ~17,7 кэВ ($\lambda \sim 0,7 \text{ \AA}$). Необходимы еще измерения для других энергий, в особенности - хода с жесткостью (зависимость от длины волны поглощения входным окном и фоточувствительности мишени - см. рис. 2). Кроме того, необходимы измерения предельных нагрузок видикона, что важно в случае применения его на излучении эмейки.

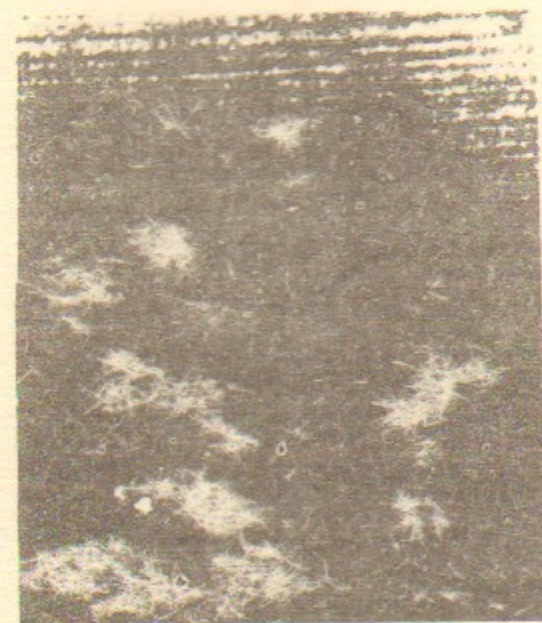


Рис. 4.



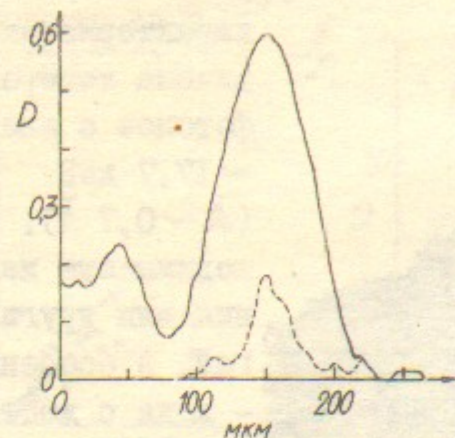


Рис.5.

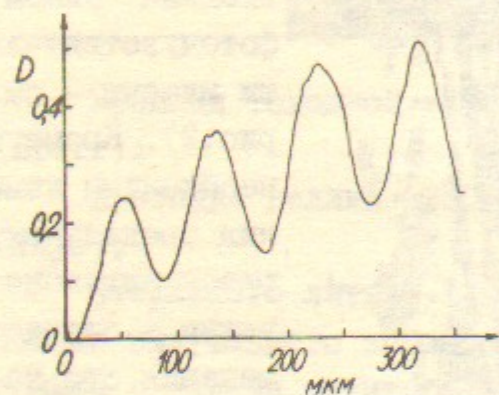


Рис.6.

Дальнейшее совершенствование видикона видится в двух направлениях. Во-первых, необходимо увеличивать диаметр рабочей зоны - и для облегчения пространственного поиска рефлексов, и для съемки топограмм крупных кристаллов, в особенности полупроводниковых шайб. Во-вторых, необходимы как более тонкие входные окна из веществ с малыми атомными номерами (продвижение в более длинноволновую область, в частности, для работы в бормановском контрасте), так и более чувствительные мишени.