

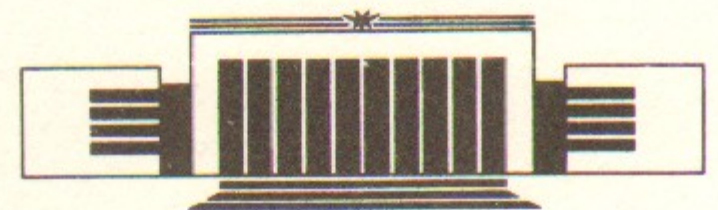


6
ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ СО АН СССР

А.А. Васенков, Г.Н. Кулипанов, Ю.М. Литвинов,
С.Н. Мазуренко, М.А. Михайлов, В.Е. Панченко

**РЕНТГЕНОВСКАЯ ТОПОГРАФИЯ
ЭПИТАКСИАЛЬНЫХ СТРУКТУР
ПОЛУПРОВОДНИКОВ ГРУППЫ А^{III} В^V
В ПУЧКЕ СИ ВЭПП-4**

ПРЕПРИНТ 86-123



НОВОСИБИРСК
1986

На экспериментальной станции «Топография и дифрактометрия» на пучке СИ накопителя ВЭПП-4 ([1]) в отражении по Лауэ в белом излучении выполнены съемки сильно поглощающих монокристаллов и эпитаксиальных структур полупроводников группы $A^{III} B^V$. Целью съемок было выяснение влияния легирования на структурное совершенство кристаллов, а также роли наследования дефектов подложек выращенными на них эпитаксиальными слоями. Разумеется, представляли также интерес дефекты, приобретаемые структурами при их выращивании.

Легированный кремнием монокристалл арсенида галлия (электронный тип проводимости), выращенный методом направленной кристаллизации (АГНК-1-2-18) с концентрацией носителей $2 \cdot 10^{18} \text{ см}^{-3}$ имел плотность дислокаций около 10^3 см^{-2} . На этой подложке (толщина около 350 мкм) в хлоридном процессе была выращена автоэпитаксиальная структура $n-n^{+\delta}-n^+$: арсенид-галлиевая эпитаксиальная пленка толщиной $0,15 \div 0,5 \text{ мкм}$ (n); буферный слой между эпитаксиальной пленкой (n) и подложкой (n^+), имеющий дополнительное легирование для снятия несоответствия по параметру решетки ($n^{+\delta}$). Толщина буферного слоя—2,5 мкм. После создания эпитаксиальной структуры половина ее площади была стравлена вплоть до подложки. Таким образом, была обеспечена возможность визуализировать дефектную структуру обеих частей кристалла за одну съемку, когда белый пучок СИ направлялся на них одновременно. При съемке своей плоскостью среза (100) пластина была установлена перпендикулярно падающему белому пучку СИ. Представленные на рис. 1

топограммы трех различных Лауэ-рефлексов (граница травления на рисунке вертикальна и ненаблюдаема) показывают, что при выращивании эпитаксиальных слоев не имело места усложнение дислокационной структуры. Топограммы визуализируют также выделения. Отсутствие привнесенных эпитаксиальным ростовым процессом дислокаций подтверждено также последующим травлением ([2]).

В идентичных условиях выполнена съемка автоэпитаксиальной структуры, выращенной на арсенид-галлиевой подложке среза (100), легированной теллуром (АГЧТ—слиток выращен по методу Чохральского), с концентрацией носителей $2 \cdot 10^{18} \text{ см}^{-3}$ (электронный тип проводимости) и исходной плотностью дислокаций около 10^5 см^{-2} (ячеистая структура распределения). Выращенная в хлоридном процессе эпитаксиальная структура была идентична описанной выше. Идентичными были и травление половины площади структуры, и ориентация границы травления при съемке. Топограммы (рис. 2) демонстрируют полное наследование ячеистой структуры распределения дислокаций.

Теллур в качестве легирующей добавки был использован также в монокристалле фосфида индия (электронный тип проводимости—ФИЭТ). Концентрация атомов теллура составляла $2 \cdot 10^{18} \text{ см}^{-3}$. Монокристалл был выращен методом Чохральского в направлении оси [111], а затем из него была вырезана пластина толщиной 400 мкм среза (100). Срез был приготовлен для эпитаксиального наращивания. При съемке пластина была установлена перпендикулярно пучку СИ. Топограммы (рис. 3), соответствующие различным Лауэ-рефлексам, по-разному визуализируют полосы роста (при этом дислокации ненаблюдаемы) и дислокации в бормановском контрасте (в отсутствие изображений ростовых полос). Имеет место и наложение изображений. Различие контрастов изображений дефектов этих двух типов на различных рефлексах находится в согласии с условиями их визуализации, сформулированными в [3].

ЛИТЕРАТУРА

1. И. Куб, В.Е. Панченко, М. Полцарова. Препринт 85-108 ИЯФ СО АН СССР, Новосибирск (1985); ЖТФ (в печ.).
2. А.А. Васенков, Г.Н. Кулипанов, Ю.М. Литвинов, С.Н. Мазуренко, М.А. Михайлов, В.Е. Панченко. Тезисы докладов VI Всесоюзной конференции по росту кристаллов (Ереван—Цахкадзор, 1985), т.1, с.22—23.
3. J. Kuběna, V. Holý. Czech. J. Phys. B33, 1315—1322 (1983).

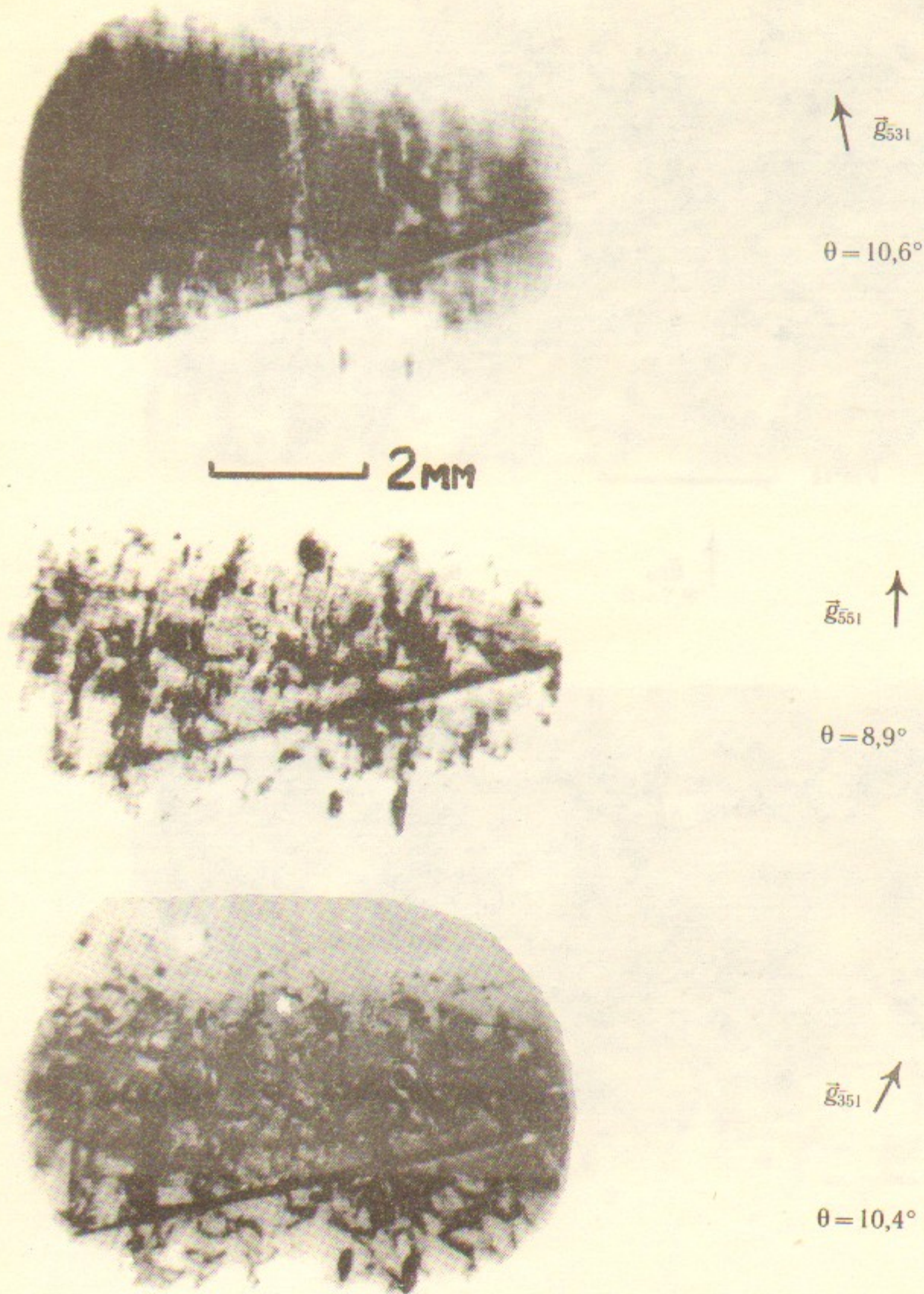
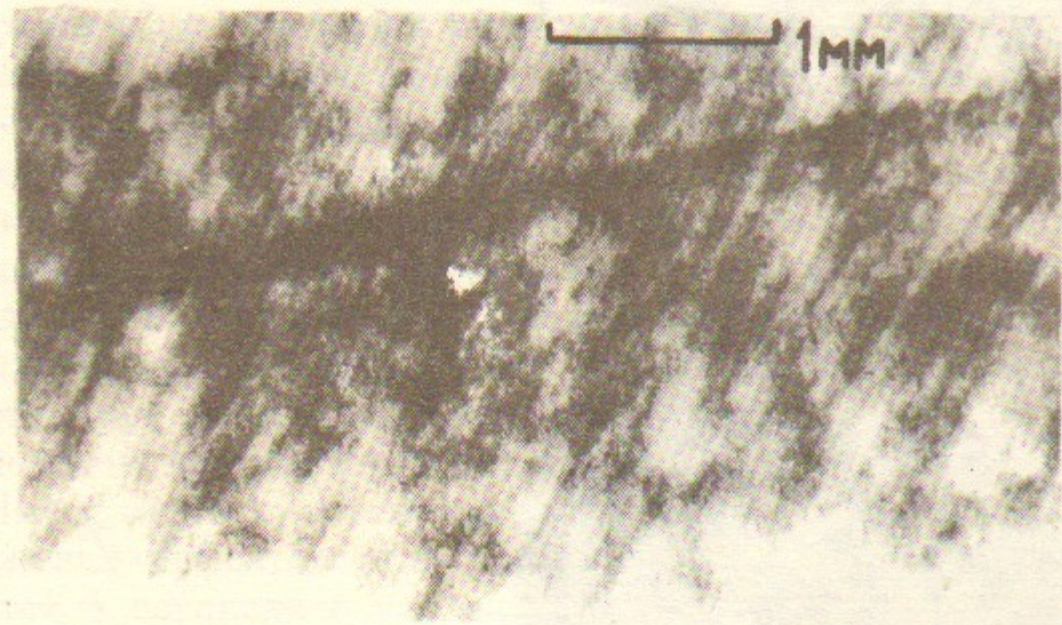


Рис.1.



\vec{g}_{331}

$\theta = 9,5^\circ$

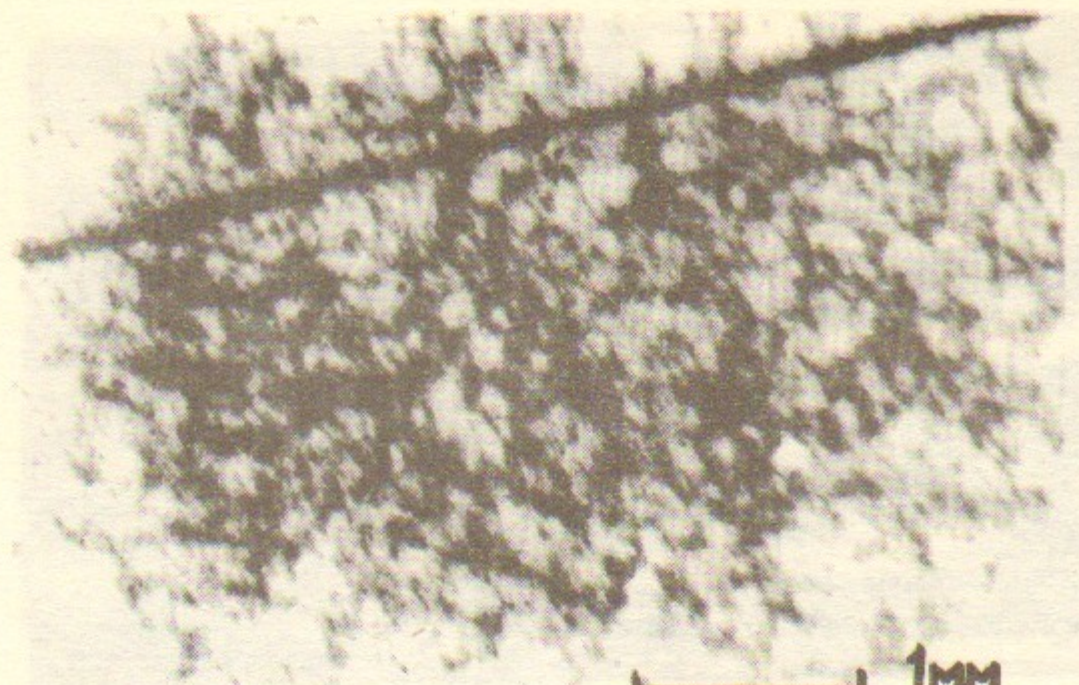


$\vec{g}_{1\bar{7}1}$

$\theta = 9,0^\circ$

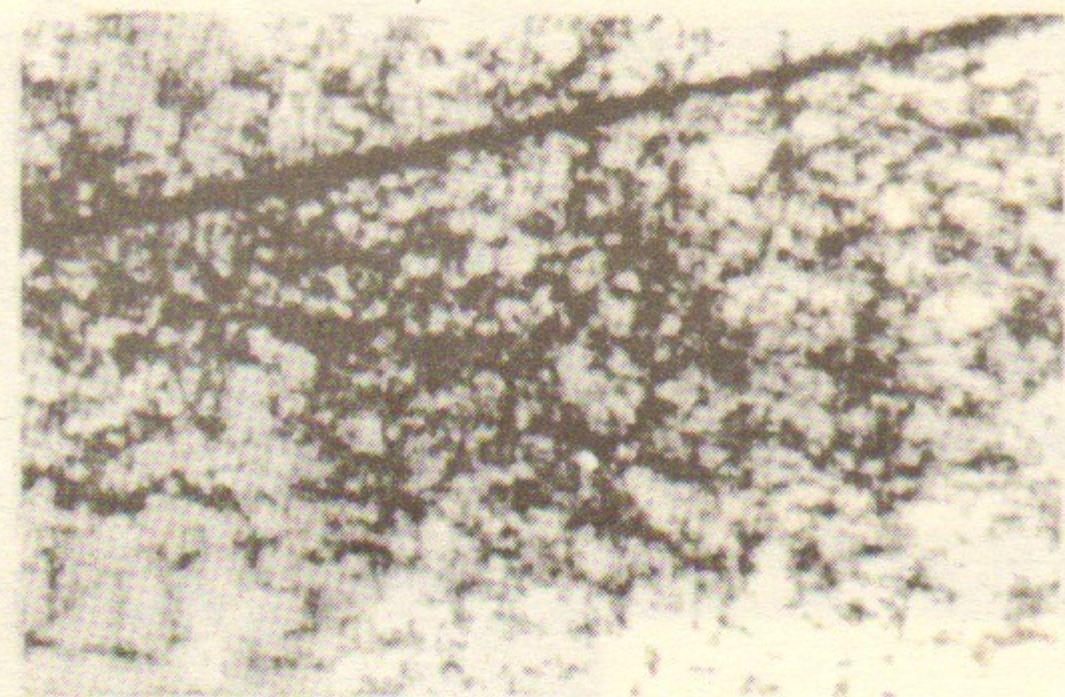
Puc. 2.

6



\vec{g}_{711}

$\theta = 7,8^\circ$

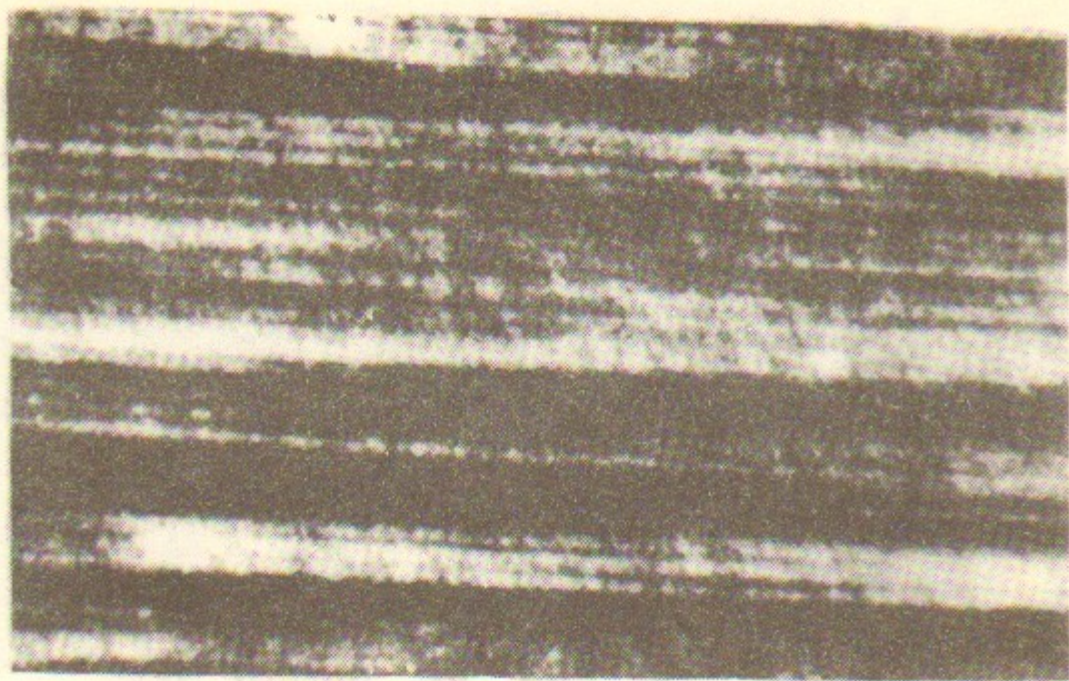


\vec{g}_{711}

$\theta = 7,3^\circ$

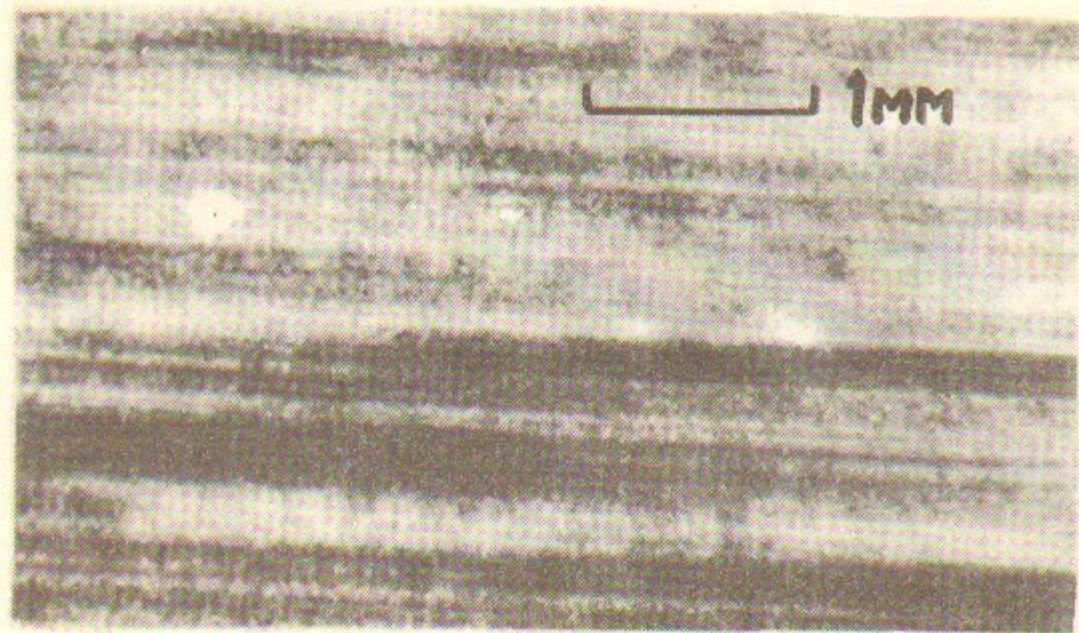
Puc. 2

7



\vec{g}_{131}

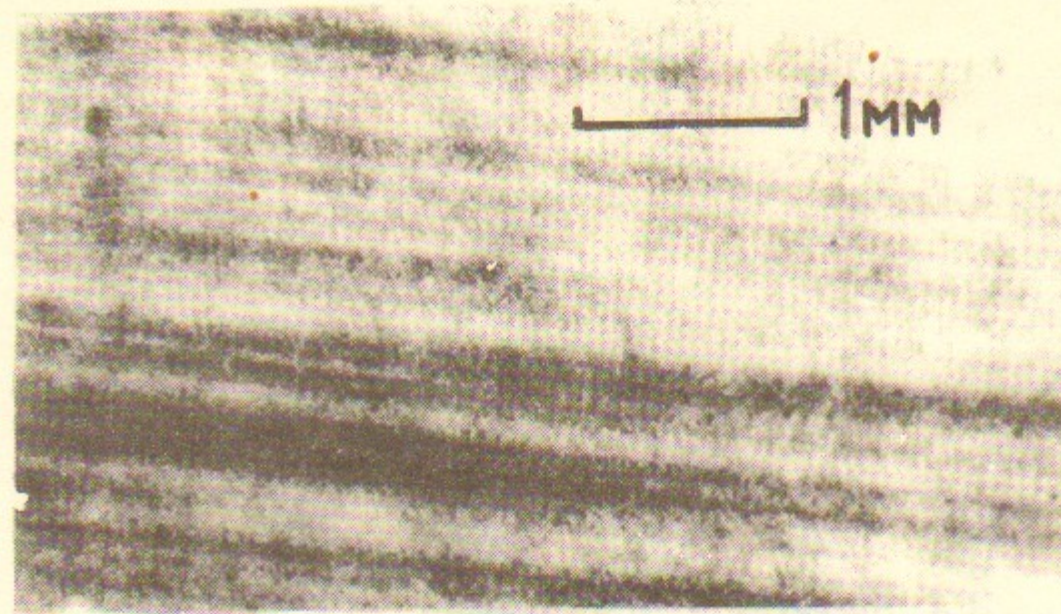
$\theta = 8,8^\circ$



\vec{g}_{551}

$\theta = 6,0^\circ$

Puc. 3.



\vec{g}_{511}

$\theta = 7,5^\circ$



\vec{g}_{551}

$\theta = 4,6^\circ$

Puc. 3

*А.А. Васенков, Г.Н. Кулипанов, Ю.М. Литвинов,
С.Н. Мазуренко, М.А. Михайлов, В.Е. Панченко*

**Рентгеновская топография
эпитаксиальных структур полупроводников
группы $A^{III} B^V$ в пучке СИ ВЭПП-4**

Ответственный за выпуск С.Г.Попов

Работа поступила 23 мая 1986 г.
Подписано в печать 18.08.1986 г. МН 11792
Формат бумаги 60×90 1/16 Объем 0,7 печ.л., 0,6 уч.-изд.л.
Тираж 290 экз. Бесплатно. Заказ № 123

*Набрано в автоматизированной системе на базе фото-
наборного автомата ФА1000 и ЭВМ «Электроника» и
отпечатано на ротапинтере Института ядерной физики
СО АН СССР,
Новосибирск, 630090, пр. академика Лаврентьева, 11.*