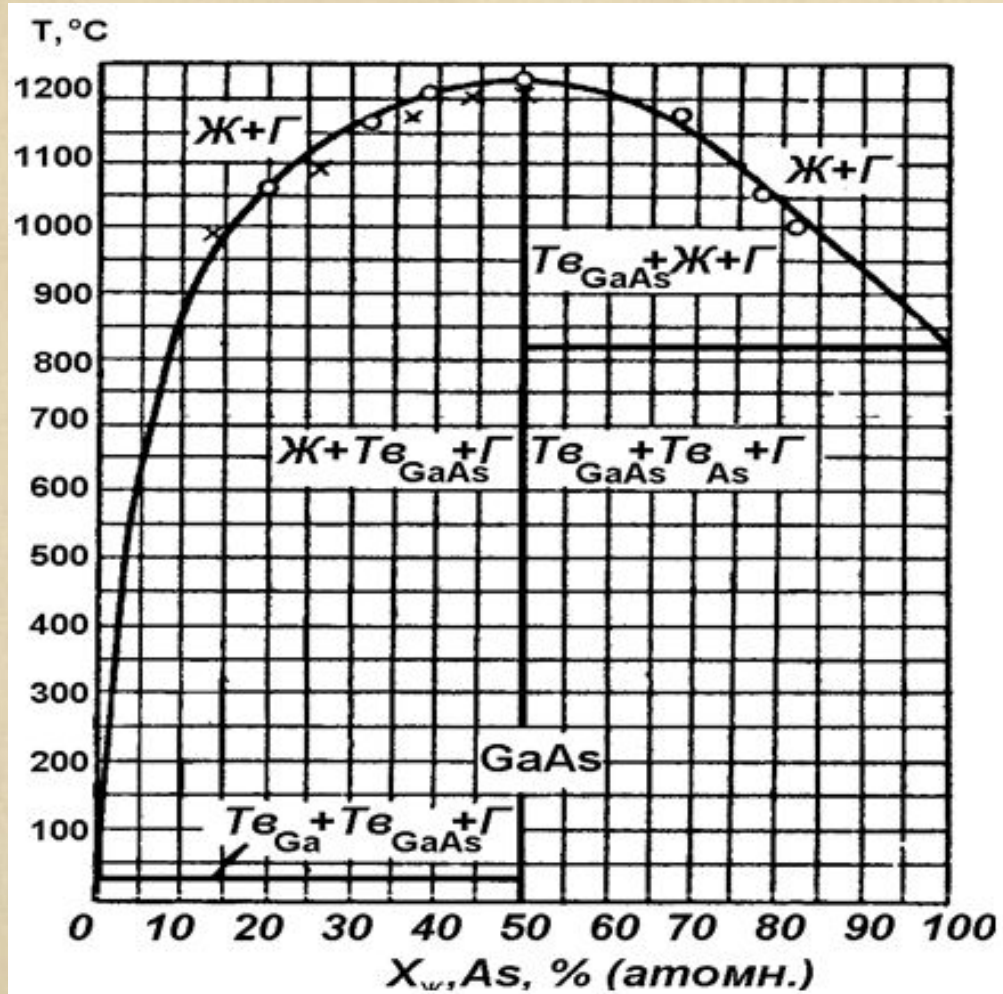




Фазовая диаграмма GaAs.
Ретроградная
растворимость. Селективная
летучесть мышьяка из
расплава. Методы борьбы с
этими проблемами.

Горохова Е.О. МН-15, 2015

Диаграмма



Диаграммы

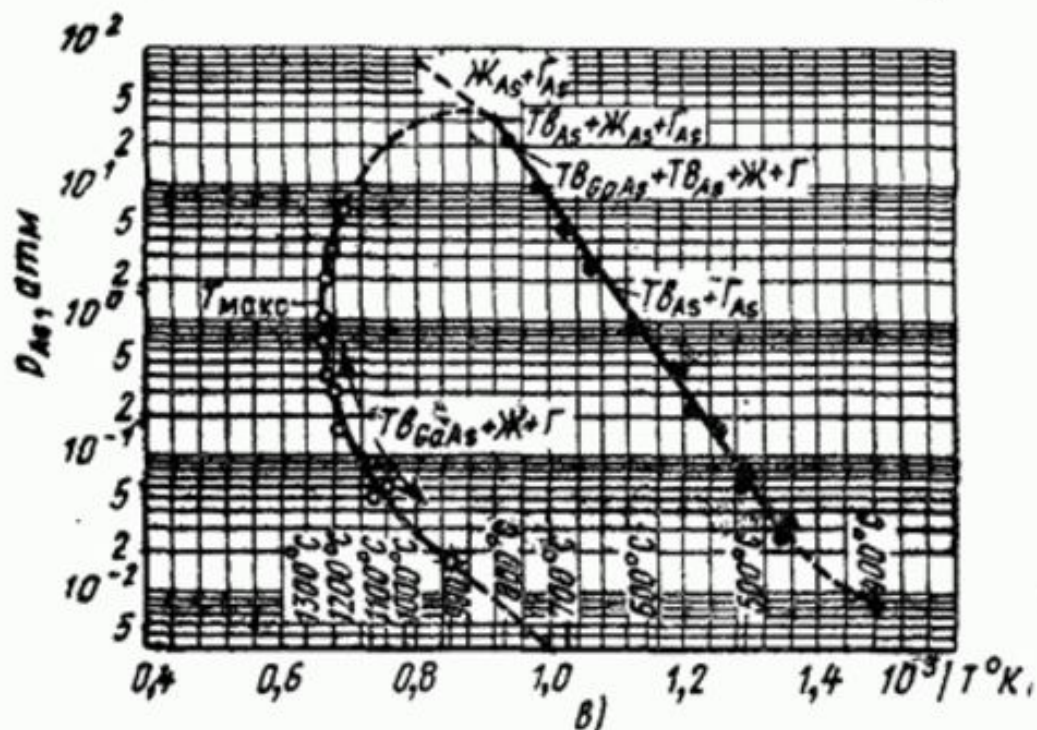
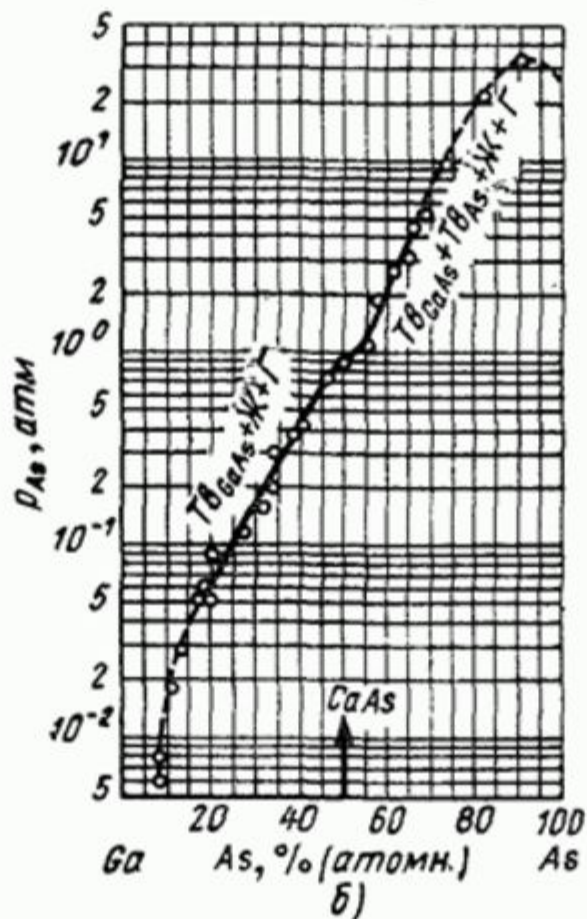


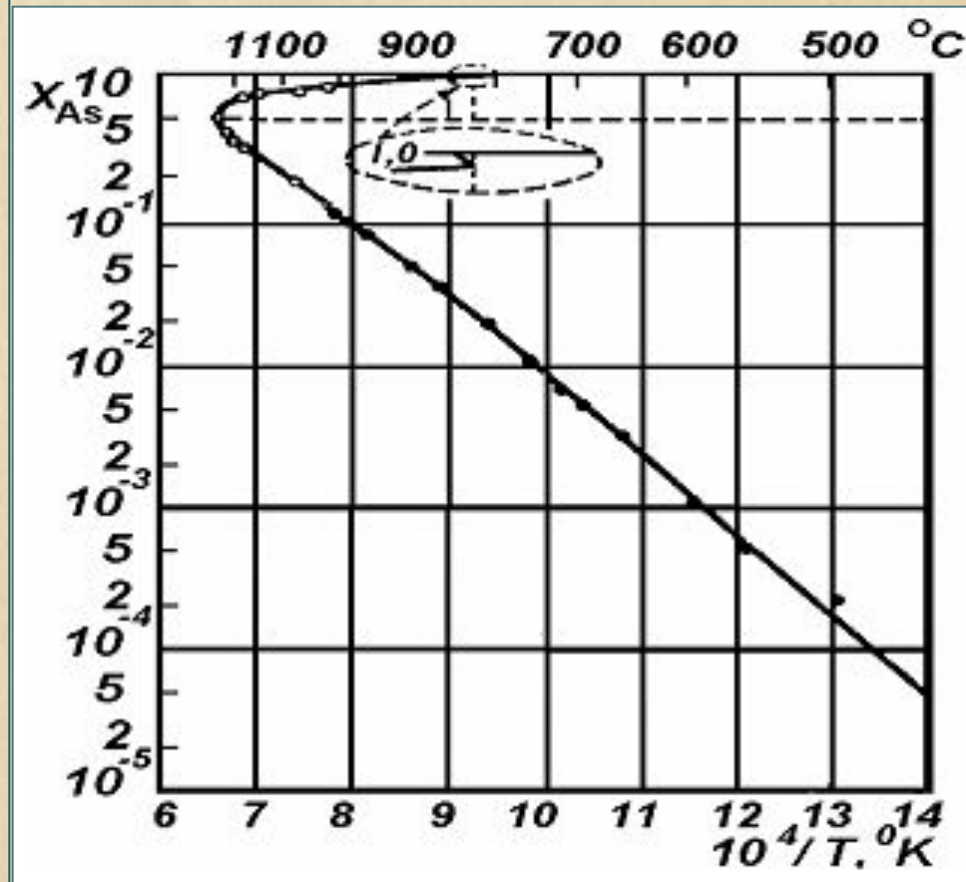
Рис. 8.3. Диаграммы фазового равновесия в системе галлий — мышьяк;

а) $T(x)$; б) $p(x)$; в) $p(T)$.

Ретроградная растворимость

- При образовании твердых растворов максимум растворимости достигается, как правило, при температуре трехфазного равновесия - эвтектического или перитектического. Но в некоторых системах максимум растворимости отвечает более высокой т-ре (системы с ретроградной растворимостью).

- По сути, ретроградная – противоположная прогрессивной. Соответственно, уменьшающийся характер растворимости. С увеличением температуры вещество становится менее растворимым.



Ретроградная растворимость

- Ретроградная растворимость наблюдается и в интерметаллических соединениях.
- Избыточный Ga обладает ретроградской растворимостью в GaAs, поэтому охлаждение от высоких температур происходит в условиях пересыщения твердого раствора. По аналогии с сильнолегированными кристаллами GaAs это может приводить к блокировке дислокаций в приповерхностном слое, что затрудняет работу поверхностных источников.

Селективная летучесть мышьяка из расплава

- Кристаллы GaAs достаточно трудно вырастить без выделений мышьяка.
- При нагревании выше 600°C с поверхности GaAs он улетучивается.



Причины взрыва кварцевой ампулы при выращивании GaAs:

- 1. Парциальное давление паров As при высокой температуре, применяемой в процессе выращивания
- 2. Расстеклование стекла кварцевой ампулы -> волосяные трещины -> сброс давления в ампуле
- 3. Избыточное давление в кварцевой ампуле
- 4. неправильная работа или отказ термопары – избыточное давление в ампуле
- 5. избыток As, малое количество Ga, очень высокое давление As – сброс давления ампулы

Селективная летучесть мышьяка из расплава

- Наличие паров мышьяка влияет на появление дефектов, а они, в свою очередь, на свойства выращиваемых кристаллов.
- От концентрации дефектов зависит тип проводимости. А концентрация зависит от исходной стехиометрии, от давления инертного газа, условий охлаждения.
- При температуре плавления арсенида галлия общее давление паров мышьяка
- $P_{\text{общ}} = 0,976 \text{ ат}$, $P\text{As}_4 = 0,902 \text{ ат}$, $P\text{As}_2 = 0,074 \text{ ат}$.
- Давление паров галлия при этом менее 10^{-4} ат

Методы борьбы с этими проблемами

- Для того чтобы можно было нагреть пластину GaAs вплоть до 950 °C, его поверхность с помощью плазменного напыления покрывают слоем Si_3N_4 . При температурах до 750 °C лучшим покрытием является AlN, поскольку его коэффициент теплового расширения ближе к GaAs. Можно также проводить отжиг в атмосфере As при избыточном давлении (без защиты поверхности).

- Летучие арсины можно затем выморозить в ампулу, охлаждаемую жидким азотом. Затем, медленно нагревая ампулу, можно добиться раздельного испарения разных арсинов.

- Кварцевые ампулы подвергаются вторичной обработке с помощью жидкостного травления мышьяка, осевшего на их внутренней поверхности, царской водкой - смесью азотной и соляной кислот (HCl , HNO_3) или смесью серной кислоты и перекиси водорода ($\text{H}_2\text{SO}_4/\text{H}_2\text{O}_2$)

- При выращивании монокристаллических слитков установку для выращивания монокристаллов охлаждают до температуры ниже 100° , что вызывает осаждение мельчайших частиц мышьяка на внутренней поверхности установки. Охлаждение помогает минимизировать количество мышьяка, поступающего в воздух. Крупные отложения остатков материалов с содержанием мышьяка остаются внутри установки для выращивания кристаллов.