

# HYDROGEN-INITIATED SYNTHESIS OF $A^{II}(B^V, B^{VII})$ AND $A^{III}B^V$ COMPOUNDS IN THE PRESENCE OF ALUMINUM HYDRIDE

U. Mirsaidov, I.Sh. Normatov

Institute of Chemistry, Academy of Sciences Republic of Tajikistan,  
299/2 Aini str., Dushanbe

## Introduction

Fine particle semiconductor compounds of  $CdI_2$ ,  $ZnSe$ ,  $ZnTe$  and  $InSb$  was prepared by continuous bombarding  $CdCl_2 + I$ ,  $ZnS + Te$ ,  $ZnO + Se$  and  $Sb_2O_3 + In$  ( $Sb_2S_3 + In$ ) mixtures with hydrogen atoms in the presence of Aluminum hydride.

It was established that chemical reactions mechanisms for formation of semiconductor compounds  $CdI_2$ ,  $ZnSe$ ,  $ZnTe$ , and  $InSb$  are almost identical. Taking it into consideration, let us describe the experimental results of obtaining Indium Antimonide.

## Experimental

Atomic hydrogen was generated in RF plasma reactor by passing hydrogen gas through the discharge produced between two electrodes, one connected to the feeder of an RF generator and the other grounded.

$Sb_2S_3$  and  $In$  (1:1) were mixed under a flowing inert gas. The mixture (5 g) was placed on a quartz substrate, which was then introduced into the reactor.

The chemical transformations induced in the reaction system by hydrogen bombardment were followed by X-ray diffraction (XRD).

## Results and discussion

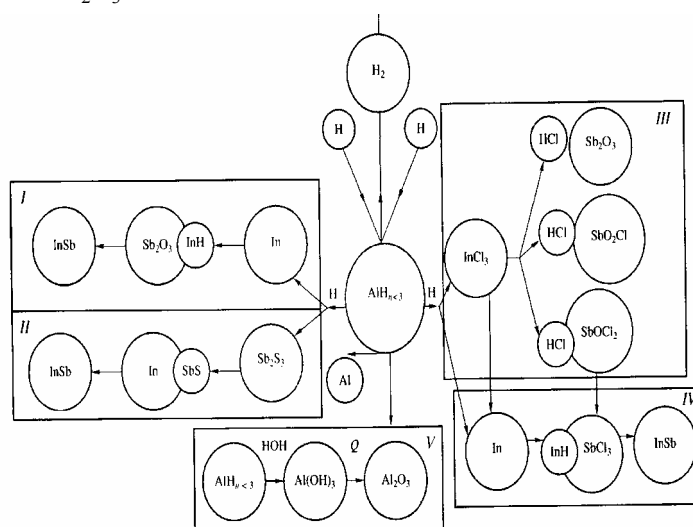
$InSb$  was not formed in mixtures of  $Sb_2S_3$  and  $In$  even after many hours of hydrogen bombardment. Occasionally, the XRD patterns contained reflections from  $Sb$ .

Since aluminum hydride was shown earlier [1,2] to appreciably accelerate some chemical reactions, we examined the processes in mixtures of  $Sb_2S_3$  and  $In$  with aluminum hydride additions. In that case, notable changes in the XRD pattern were detected after just 40 min of bombardment. With increasing bombardment duration, the reflections from  $InSb$  became progressively stronger. After 240 min of hydrogen bombardment, the XRD pattern showed set reflections due to  $InSb$  and  $Al$  metal.

$InSb$  was found to have a cubic structure with a lattice parameter  $a = 6.475 \pm 0.005 \text{ \AA}$ .

The heterogeneous reaction in a mixture of  $Sb_2O_3$  and  $InCl_3$  with aluminum hydride additions under hydrogen bombardment was studied with the aim of assessing the nature of the reaction intermediates and their role in the formation of fine particle  $InSb$  (in the  $Sb_2S_3$ - $In$ , we failed to detect reaction intermediates).

Hydrogen bombardment for 80 min led to the formation of antimony oxychloride ( $SbOCl$ ). After bombardment for 200 min, the peaks from  $SbOCl$  were missing, and the XRD pattern showed peaks  $SbCl_3$ ,  $Al(OH)_3$ , and  $In$ . After 300 min, we observed sharp reflections from  $InSb$  and  $Al_2O_3$ .



Reaction schemes of  $InSb$  formation from  $Sb_2S_3 + In$  and  $Sb_2O_3 + InCl_3$  mixtures with aluminum hydride additions under hydrogen bombardment.

Hydrogen atoms bombarding the mixture recombine on its surface to release energy of  $\sim 434 \text{ kJ/mol}$ , which causes local heating and gradual decomposition of aluminum hydride. The hydrogen atoms resulting from this process are involved in exchange reactions.

## Conclusion

Our XRD studies showed that powder  $InSb$  can be prepared by continuously bombarding mixtures with hydrogen atoms. In this process, gaseous reaction intermediates and aluminum hydride play a key role.

## References

1. Normatov, I.Sh., Shermatov, N., Khakimova, N.U., *et al.*, Plasmochemical Preparation of Lanthanum Sulfide, *Zh. Prikl. Khim.* (S.-Petersburg), 1998, vol. 71, no. 10, pp. 1742-1744.
2. Normatov, I.Sh., Imomov, A.N., Mirsaidov, U., *et al.*, Plasmochemical Preparation of Boron Nitride and Silicon Nitride Films. *Inorg. Mater.* 1999, vol. 35, no.7, pp.698-700.

# ИНИЦИИРОВАНИЕ ВОДОРОДОМ СИНТЕЗ СОЕДИНЕНИЙ $A^{II} (B^V, B^{VII})$ И $A^{III} B^V$ В ПРИСУТСТВИИ ГИДРИДА АЛЮМИНИЯ

У. Мирсаидов, И.Ш. Норматов

Институт химии Академии наук Республики Таджикистан, ул. Айни 299/2, г. Душанбе

## Введение

Мелкодисперсные порошки полупроводниковых соединений  $CdJ_2$ ,  $ZnSe$ ,  $ZnTe$  и  $InSb$  получали при непрерывной бомбардировке механической смеси  $CdCl_2+I$ ,  $ZnS+Te$ ,  $ZnO+Se$  и  $Sb_2O_3+InCl_3$  ( $Sb_2S_3+In$ ) атомами водорода в присутствии гидрида алюминия.

Было установлено, что механизмы протекания химических реакций формирования полупроводниковых соединений является почти идентичными. Исходя из это, остановимся на описание экспериментальных результатов получения антимонида индия.

## Эксперимент

Генерацию атомов водорода осуществляли на ВЧ-плазмохимической установке при пропускании молекулярного водорода через разряд, создаваемый между двумя электродами, один из которых подсоединен к фидеру ВЧ-генератора, а второй заземлен.

$Sb_2S_3$  и  $In$  (1:1) смешивали в боксе, продуваемом инертным газом. Механическую смесь (5 г) помещали на кварцевую подложку. Реактор вместе с погруженной подложкой обезгаживали до остаточного давления 0,13 Па.

Химические превращения в процессе бомбардировки механической смеси атомами водорода контролировали РФА.

## Результаты и их обсуждения

Несмотря на многочасовую бомбардировку механической смеси атомами водорода антимонид индия не формировался хотя в некоторых случаях на дифрактограмме проявлялись рефлексы отражений  $Sb$ .

Согласно [1,2] гидрид алюминия значительно ускоряет химические реакции. Основываясь на этих данных, бомбардировке атомами водорода подвергали механическую смесь  $Sb_2S_3$  и  $In$  с добавкой гидрида алюминия. Как показали результаты РФА, уже после 40 мин бомбардировки наблюдалась существенная трансформация рефлексов исходных компонентов. По мере увеличения продолжительности бомбардировки интенсивность рефлексов новой фазы-антимонида индия возрастала. После бомбардировки механической смеси  $Sb_2S_3$  и  $In$

атомами водорода в течение 240 мин дифрактограмма продуктов реакции состояла из набора рефлексов, относящихся к антимониду индия и металлического алюминия.

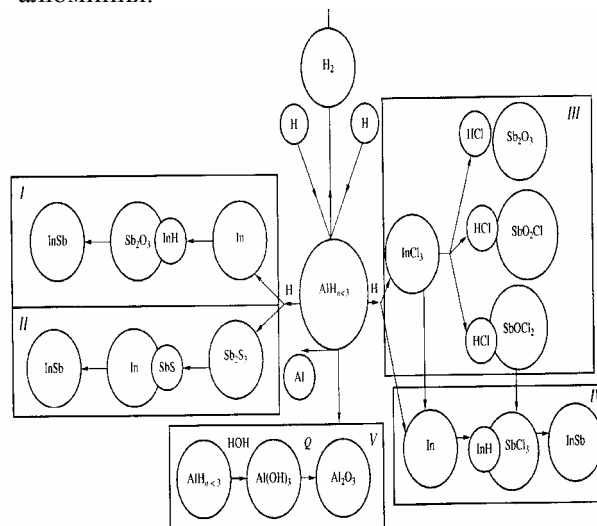


Схема реакций формирования  $InSb$  при бомбардировке механических смесей  $Sb_2S_3+In$  и  $Sb_2O_3+InCl_3$  атомами водорода в присутствии гидрида алюминия.

Индицирование рентгенограмм свидетельствует о формировании кубического антимонида индия с параметром решетки  $a=6.475\pm 0.05 \text{ \AA}$ .

Гетерогенную химическую реакцию атомов водорода с механической смесью  $Sb_2O_3+InCl_3$  в присутствии гидрида алюминия исследовали с целью установления типа и роли промежуточных продуктов реакции в формировании мелкодисперсных порошков антимонида индия. В случае сульфида сурьмы и индия обнаружить и идентифицировать промежуточные продукты не удалось.

После 80 мин бомбардировки на дифрактограмме появляются рефлексы оксохлорида сурьмы. С увеличением продолжительности бомбардировки до 200 мин наблюдается исчезновение рефлексов данной фазы и появление новых рефлексов, относящихся к  $SbCl_3$ ,  $Al(OH)_3$  и кристаллическому индию. Формирование

четких рефлексов отражений целевого продукта-антимонида индия происходит после бомбардировки в течение 300 мин.

Согласно предложенной схеме, при бомбардировке механических смесей атомами водорода на их поверхности идет рекомбинация атомов водорода с выделением энергии, равной ~434 кДж/моль. В результате поглощения рекомбинационной энергии происходит разогрев гидрида алюминия и постепенное его разложение. Образовавшиеся в результате распада гидрида алюминия атомы водорода участвуют в обменных реакциях.

#### **Заключение**

С помощью РФА показана принципиальная возможность формирования порошков антимонида индия при непрерывной бомбардировке атомами водорода механических смесей  $Sb_2O_3+InCl_3$ ,  $Sb_2S_3+In$ .

Установлен существенный вклад газообразных продуктов бомбардировки механических смесей атомами водорода и гидрида алюминия в образование антимонида индия.

#### **Литература**

3. Normatov, I.Sh., Shermatov, N., Khakimova, N.U., *et al.*, Plasmochemical Preparation of Lanthanum Sulfide, *Zh. Prikl. Khim.* (S.-Petersburg), 1998, vol. 71, no. 10, pp. 1742-1744.
4. Normatov, I.Sh., Imomov, A.N., Mirsaidov, U., *et al.*, Plasmochemical Preparation of Boron Nitride and Silicon Nitride Films. *Inorg. Mater.* 1999, vol. 35, no.7, pp.698-700.