

ПОЯВЛЕНИЕ ИЗБЫТОЧНОГО ТОКА В ДИОДАХ ШОТТКИ ВБЛИЗИ
ТЕМПЕРАТУРЫ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ АМОРФНОГО
МЕТАЛЛИЧЕСКОГО СПЛАВА

Ш.Г.АСКЕРОВ, И.Г.ПАШАЕВ, Р.Ф.МЕХТИЕВ
Бакинский Государственный Университет

Данная работа посвящена получению α (PbSb)-nSi ДШ и изучена причина появления избыточного тока вблизи температуры кристаллизации аморфного металлического сплава PbSb. Получено, что появление избыточного тока α (PbSb)-nSi ДШ под действием термоотжига (около 180°C) связано с изменениями структуры аморфной плёнки металла при переходе в поликристаллическое состояние.

В последние годы получены важные результаты при изучении механических, электрических и магнитных свойств аморфных металлических материалов [1-4]. Однако полное завершение исследований по аморфным структурам еще впереди.

Открытие аморфных металлов внесло большой вклад в науку о металлах, существенно изменив наши представления о них. Оказалось, что аморфные металлы разительно отличаются по своим свойствам от металлических кристаллов, для которых характерно упорядоченное расположение атомов.

В последние годы XX столетия возрос интерес к диодам Шоттки (ДШ), изготовленным с применением пленок металлов и металлических сплавов с аморфной структурой [2,4]. Причиной такого интереса является то, что применение пленок металлов с аморфной структурой позволяет изготовить ДШ с важными прикладными свойствами. Преимущество применения аморфных металлов заключается еще в том, что из-за отсутствия зернистой структуры и границ зерен в аморфных пленках должна формироваться более однородная граница раздела (ГР), и, как результат этого, ДШ должен обладать свойствами, близкими к идеальным. Кроме того, имеются сообщения о том, что аморфные пленки металлов хорошо выполняют роль диффузионного и электрического барьеров в микроэлектронных структурах [5,6]

Данная работа посвящена получению α PbSb-nSi ДШ и одновременно изучено появление избыточного тока α PbSb-nSi ДШ вблизи температуры кристаллизации аморфного металлического сплава.

В некоторых случаях под действием различных факторов при низких прямых напряжениях в диодах Шоттки появляется избыточный ток, т.к. ВАХ деградирует [7-11]. В нашем эксперименте для α PbSb-nSi ДШ избыточный ток появляется при температуре около 180°C как показано на рис.1.

С изменением температуры происходят структурные изменения в

аморфных металлических плёнках, которые появляются при малых прямых напряжениях деградации ВАХ. В связи с этим интерес представляет исследование деградационных (избыточные токи) свойств под действием термоотжига.

Одна из основных трудностей в исследовании деградации ВАХ ДШ заключается в том, что она в нормальных условиях встречается нечасто. Поэтому для подробного изучения указанных вопросов исследовали ВАХ ДШ, деградированного искусственно, путём локального нарушения границы раздела /8-9/.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС

Для изготовления ДШ использовали кремниевую пластину n – типа с ориентацией (111) и удельным сопротивлением 0,7 Ом.см. Матрица содержала 14 диодов, площади которых менялись в интервале от 100 до 1400 мкм². В нашем случае площадь контакта была равна 1400 мкм². Металлический сплав α (PbSb) наносили методом электронно-лучевого испарения из двух источников [7]. Сплав (PbSb) был выбран из тех соображений, что оба компонента широко применяются в микроэлектронике, а сам сплав хорошо технологичен. О возможности получения плёнок этого сплава с аморфной структурой сообщалось в работе /1/. Скорости испарения компонентов выбирались таким образом, чтобы состав плёнки соответствовал сплаву $Pb_{52}Sb_{48}$, поскольку в работе /1/ сообщалось, что такой сплав склонен к аморфизации.

Термоотжиг диодов проводился при различных температурах в течение одинакового по продолжительности времени $t = 10$ мин.

Структура плёнки сплава до и после отжига контролировалась рентгенографическим анализом.

С помощью микротвёрдомера ПМТ-3 создавали искусственным образом неоднородность на границе раздела контакта металл-полупроводник. Алмазная игла адаптера представляет собой правильную четырёхугольную пирамиду с углом между противоположными гранями 136°. Площадь нарушенных участков варьировалась путём изменения величины нагрузки Γ и количества нарушений N .

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На рис. 1 представлены ВАХ для α (PbSb)- n Si ДШ до и после отжига при температуре 180°С. Как видно из графика при малых прямых напряжениях после термоотжига появляется избыточный ток.

Известно, что аморфные плёнки металла при определённых температурах изменяют структуру и переходят в поликристаллическое состояние. Следовательно, можно предположить, что появление избыточного тока в ДШ после отжига при температуре 180°С и выше связано с изменением структуры металлической плёнки сплава. Действительно, исследования структуры металлической плёнки $Pb_{52}Sb_{48}$ на установке ДРОН-2 до и после отжига при температуре 180°С показало, что плёнка металла из аморфного или квазиаморфного состояния переходит в поликристаллическое /рис.2/

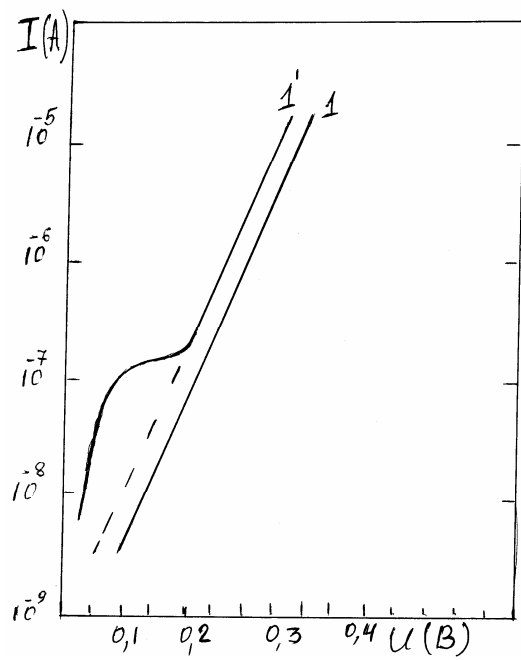


Рис. 1. ВАХ $\alpha(\text{PbSb})\text{-nSi}$ диодов Шоттки 1 до и 1' после термоотжига при 180°C

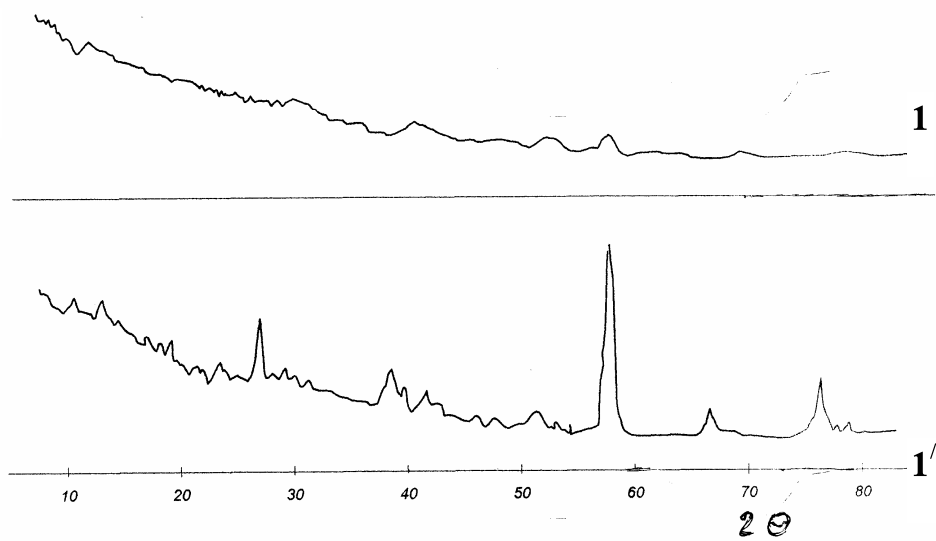


Рис. 2. Рентгеноструктурный анализ аморфных металлических пленок $\alpha(\text{PbSb})$; 1 – до 1' – после термоотжига при 180°C

Как видно из рисунка 2 пленка сплава $Pb_{52}Sb_{48}$ имеет аморфную структуру до отжига.

В аморфной пленке $Pb_{52}Sb_{48}$ первый максимум полностью разрешен, т.е. первый минимум касается оси абсцисс. Это значит, что на определенном расстоянии плотность рассеянных электронов практически равна нулю после отжига при $180^{\circ}C$ и выше, плёнка металла из аморфного состояния переходит в поликристаллическое. Этот вывод сделан на основании того, что у кристаллов четко выражается серия максимумов и минимумов, что говорит не только о правильном расположении ближайших атомов, но и о существовании дальнего порядка, т.е. в кристаллах можно провести координаты, по которым взаимное расположение атомов одно и то же на расстоянии, во много раз превышающем величину элементарной ячейки.

Максимумы и минимумы выражаются благодаря наличию разных меж-атомных расстояний, стремясь в пределе к плавной кривой. В аморфной $Pb_{52}Sb_{48}$ пленке соблюдается только ближний порядок в пределах каждой элементарной ячейки, построенной также, как и после отжига в кристалле. За пределами ячейки порядок нарушается. Это происходит потому, что каждая следующая ячейка несколько повернута относительно предыдущей, причём направление поворотов часто статистическое.

Для количественного определения величины избыточного тока ВАХ использовали отношение избыточного тока к нормальному при фиксированном значении напряжения ($V=0,20 В$) $\beta = \frac{I_u}{I_n}$, где I_u - избыточный ток, I_n - нормальный ток.

В таблице I представлены зависимости от количества нарушений (N) и от величины нагрузки (Г). Выяснено, что с увеличением N и Г β линейно увеличивается.

После нарушения ГР ток через диод равен сумме токов, проходящих через нарушенные и не нарушенные участки:

Таблица I

Зависимость параметра деградации β от величины (Г) и количества нарушений (N) для $\alpha(PbSb)-nSi$ ДШ, где $S=1400 \text{ мкм}^2$, $V_{гр} = 0,20В$

N	β	F(г)	β
1	85	10	18
2	165	20	32
3	390	30	37
5	685	40	55
7	784	50	61
9	800	100	83

Таким образом, можно заключить, что избыточный ток проходит через механически нарушенные участки контакта, и причина его появления связана с нарушением ГР. Это ещё раз доказывает то, что появление избыточного тока для $\alpha(PbSb)-nSi$ ДШ вблизи температуры кристаллизации аморфного металлического сплава $PbSb$ связано с изменением структуры аморфной плёнки металла при переходе в поликристаллическое состояние.

ЛИТЕРАТУРА

1. Судзуки К., Хасимото Ф. М., *Металлургия* 1987, с. 387.
2. Золотухин И.В. *Соросовский образовательный журнал*. №4, 1997, ст. 73-78.
3. Золотухин И.В., Капинин Ю.Е. *Успехи физ. наук*. 1990, т.160, ;9, с.75.
4. Давыдов С.Ю. *Физика твердого тела*. 2004, том.46, вып.12, ст.2135-2138
5. Kelly M.J., Todd A.G., Sisson M.F., Wickenden D.K. *Elect. Lett.*, 1983, v.19, No.13, p.474-476.
6. Wickenden D.K., Sisson M.F., Todd A.G., Kelly M.J. *Solid –St. Elect.*, 1984, v.27, No 6, p.515-518.
7. Аскеров Ш.Г., Болтовец Н.С., Пашаев И.Г., Асланов Ш.С. *Электронная техника. Сер. 10, Микроэлектронные устройства*, 1988, вып. 2(68), с.39-41.
8. Гурбанов А.А. *Дис. Кан. физ. мат. наук, Баку*, 1988, с.143.
9. Бетехин В.И., Гюлиханданов Е.Л.*, Кадомцев А.Г., Кипяткова А.Ю., Толочко О.В. *Физика твердого тела*. 2000, том 42, вып. 8 стр. 1420-1424
10. Крылов П.Н. *Физика и техника полупроводников*. 2000, том 34, вып. 3 стр. 306-310
11. Кардона Ю.М. *Пер. с англ. Под ред. Б.П.Захарченя. М.: Физматлит*. 2002. 560 с.

AMORF METALLİK XƏLİTƏNİN KRİSTALLAŞMA TEMPERATURU YAXINLIĞINDA ŞOTTKI DİODUNDA ƏLAVƏ CƏRƏYANIN ƏMƏLƏ GƏLMƏSİ

Ş.Q.ƏSGƏROV, İ.Q.PAŞAYEV, R.F.MEHTİYEV

XÜLASƏ

Bu işdə $\alpha(\text{PbSb})\text{-nSi}$ Şottki diodunun (ŞD) alınması və amorf metallik xəlitənin kristallaşma temperaturu yaxınlığında $\alpha(\text{Pb-Sb})\text{-nSi}$ ŞD-da əlavə cərəyanın əmələ gəlməsi səbəbləri öyrənilmişdir.

Alınmışdır ki, $\alpha(\text{PbSb})\text{-nSi}$ ŞD-a termoemalın təsiri ilə əlavə cərəyanın əmələ gəlməsi nazik təbəqəli amorf quruluşlu metal xəlitənin kristallaşma temperaturu 180°S ətrafında amorf haldan polikristal halına keçməsi ilə izah olunur.

OCCURRENCE OF A SUPERFLUOUS CURRENT IN DIODES SHOTTKI NEAR TO TEMPERATURE OF CRYSTALLIZATION OF AN AMORPHOUS METAL ALLOY

S.G.ASKEROV, I.G.PASHAEV, R.F.MEHTIYEV

SUMMARY

The given Work Is devoted $\alpha(\text{PbSb})\text{-Si}$ DSh and the reason of occurrence of a superfluous current near to temperature of crystallization of amorphous metal alloy PbSb is studied.

It is received, that occurrence of a superfluous current $\alpha(\text{PbSb})\text{-nSi}$ DSh under action thermoconversion (nearby 180°C) is connected with changes of structure of an amorphous film of metal at transition in polycrystalline a condition.