

ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ ЭКСТРУДИРОВАННЫХ ОБРАЗЦОВ ТВЕРДОГО РАСТВОРА $\text{Bi}_{0.85}\text{Sb}_{0.15}$ С РАЗЛИЧНЫМИ РАЗМЕРАМИ ЗЕРЕН

Э.Г. ДЖАФАРОВ, М.М. ТАГИЕВ

Институт Фотозлектроники Академии Наук Азербайджана,
Баку, 370141, ул. Ф. Агаева, 555 квартал

Исследованы влияния размеров зерен на теплопроводность экструдированных образцов $\text{Bi}_{0.85}\text{Sb}_{0.15}$ в интервале температур 77-300К и напряженности магнитного поля до $\sim 74 \cdot 10^4 \text{ А/м}$. Выделены электронная и решеточная доли теплопроводности. Выяснено, что решеточная доля, в основном, определяется текстурой образцов, степень которой зависит от размеров зерен

Экструдированные образцы твердого раствора обладают достаточно высокими магнитоэлектрическими параметрами [1,2], что делает их перспективными для различных электронных преобразователей. При горячей экструзии зерна поликристалла закономерно изменяют свою форму и ориентировку относительно внешних деформационных усилий, в результате чего происходит текстура деформации. Степень текстуры деформации и концентрация структурных дефектов внутри зерен во многом определяются дисперсностью порошка, из которого экструдированы образцы [3].

В настоящей работе исследованы влияния размеров зерен исходного порошка на теплопроводность экструдированных образцов твердого раствора $\text{Bi}_{0.85}\text{Sb}_{0.15}$ в интервале температур 77-300К и напряженности магнитного поля до $\sim 74 \cdot 10^4 \text{ А/м}$.

параметры процесса экструзии были установлены экспериментально.

Теплопроводность в направлении оси экструзии измерялась стационарным методом [4]. Измерения проводились на образцах, не прошедших и прошедших термообработку при $\sim 503\text{К}$ в течение 5 часов.

На рисунке 1 представлены зависимости общей теплопроводности экструдированного образца твердого раствора $\text{Bi}_{0.85}\text{Sb}_{0.15}$ от размеров зерен (d). Видно, что с ростом размеров зерен коэффициент теплопроводности образцов прошедших и не прошедших термообработку уменьшается. Некоторая немонотонность зависимости χ от d наблюдается при значениях размеров зерен до 200мкм (особенно в случае образцов не прошедших термообработку).

В образцах твердого раствора $\text{Bi}_{0.85}\text{Sb}_{0.15}$ в переносе тепла в интервале температур от 77 до 300К основную роль играет теплопроводность, обусловленная фононами (χ_p) и свободными электронами (χ_e) [5], т.е. $\chi = \chi_p + \chi_e$.

Для выделения χ_p и χ_e исследована зависимость χ теплопроводности образцов от напряженности магнитного поля. Эксперименты показали, что во всех случаях с ростом напряженности магнитного поля теплопроводность уменьшается. При этом с уменьшением общей теплопроводности образца при $H=0$ зависимость χ от H ослабляется.

Нами исследовалась также зависимость электропроводности (σ) образцов от магнитного поля.

Учитывая, что зависимость χ от H обусловлена влиянием магнитного поля на электронную составляющую теплопроводности $\chi_e = L\sigma T$ [5], (L -число Лоренца) из зависимости $\chi(H)$ от $\sigma(H)$ [5] была определена фоновая часть теплопроводности образцов при 77 К. Это позволило нам вычислить и электронную составляющую теплопроводности $\chi_e = \chi - \chi_p$. На рис.2 представлены зависимости χ_p и χ_e образцов от размеров зерен. Видно, что в образцах, прошедших и непрошедших термообработку χ с ростом d растет и после $d \approx 315$ мкм почти насыщается. Электронная составляющая теплопроводности, в обоих случаях, с ростом d уменьшается.

Из рис.2 также следует, что рост общей теплопроводности образцов $\text{Bi}_{0.85}\text{Sb}_{0.15}$ с размерами зерен до ~ 200 мкм после термообработки обусловлен, в основном, ростом его электронной составляющей.

Полученные результаты объясняются текстурой и структурными дефектами в образцах, возникающих в процессе экструзии за счет пластической деформации. Наши рентгеновские исследования показали, что в экструдирован-

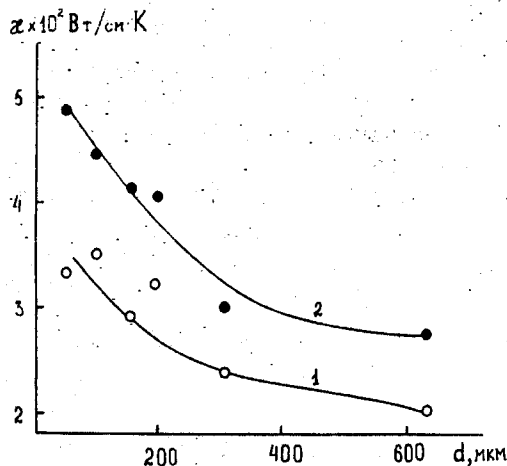


Рис.1 Зависимости общей теплопроводности образцов до (1) и после (2) термообработки от размеров зерен

Образцы для исследования были вырезаны из экструдированных брусков твердого раствора $\text{Bi}_{0.85}\text{Sb}_{0.15}$. Экструдированные бруски твердого раствора были получены в следующей технологической последовательности: синтез твердого раствора из исходных компонентов (висмут марки Ви-0000; сурьма марки Су-0000); размельчение синтезированного сплава и отбор фракций с размерами зерен 50, 100, 160, 200, 315, 630 мкм; изготовление из каждой фракции методом холодного прессования заготовок (брикетов); экструзия (выдавливание нагретого до пластического состояния (до $\sim 480\text{К}$) брикетов через отверстие определенного размера) брикетов. Синтез проводили при $\sim 675\text{К}$ в течение 2 часов. Технологические па-

ных образцах $Bi_{0.85}Sb_{0.15}$ наблюдается текстура. При этом максимальная степень текстуры наблюдается в образцах с размерами зерен ~ 200 мкм.

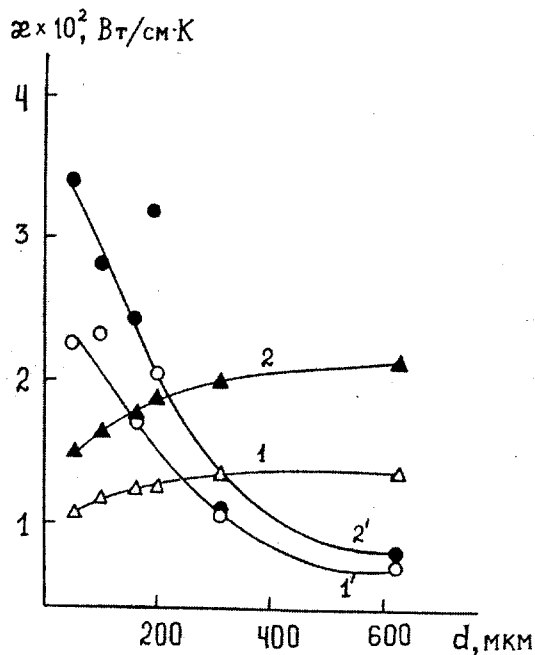


Рис.2 Зависимость электронной (1',2') и решеточной (1,2) составляющих теплопроводности образцов до (1',2') и после (2.,2') термообработки от размеров зерен.

В образцах с размерами зерен ~ 50 мкм концентрация структурных дефектов наибольшая. При $d \approx 50$ мкм энергия, требуемая для ориентации зерен наименьшая. Поэтому, в этом случае должна была наблюдаться наибольшая степень текстуры. Однако, так как экструзия проводится при ~ 470 К, по-видимому в образцах с размерами зерен ~ 50 мкм происходит частичное тепловое разрушение текстуры в процессе экструзии. В конечном итоге в образцах с $d \approx 50$ мкм степень текстуры меньше, чем в образцах с размерами зерен больше 50 мкм. Из-за высокой концентрации структурных дефектов, в образцах с $d \approx 50$ мкм концентрация свободных носителей заряда также высокая. Об этом свидетельствуют и данные коэффициентов Холла и термо-э.д.с. Поэтому χ_e в образце, не прошедшем термообработку, - наибольшая, а χ_r - наименьшая. С ростом размеров зерен концентрация структурных дефектов и носителей заряда уменьшается. Одновременно растет энергия, требуемая для разориентации зерен. Поэтому в процессе экструзии степень разрушения текстуры с температурой ослабляется. При раз-

мере зерен ~ 200 мкм создаются оптимальные условия для максимальной степени текстуры в образце.

Уменьшение концентрации структурных дефектов и рост степени текстуры с ростом d сопровождаются уменьшением электронной части и ростом фоновой части теплопроводности. Дальнейшее увеличение размеров зерен из-за энергии ориентации зерен и степени текстуры в образцах при деформации несколько ослабляется. Одновременно ослабляется и разориентация зерен в процессе экструзии. Это приводит к насыщению решеточной части теплопроводности.

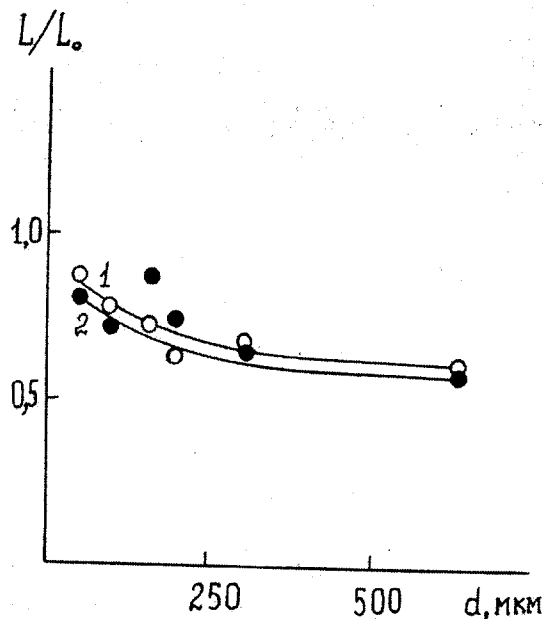


Рис.3 Зависимость числа Лоренца в образцах до и после (2) термообработки от размеров зерен.

При термообработке происходит частичное разрушение текстуры и 'залечивание' структурных дефектов. «Залечивание» дефектов приводит к уменьшению концентрации носителей тока и решеточная теплопроводность при этом растет. Совместный анализ электрических и тепловых параметров показывает, что в рассеивании фононов в образцах при ~ 77 К превалирующую роль играет текстура, а электроны при ~ 77 К, в основном, рассеиваются на структурных дефектах.

На рис.3 представлена зависимость L/L_0 от d при ~ 77 К, где L_0 - зоммерфельдовское значение числа Лоренца. При малых значениях d отношение L/L_0 приближается к единице, что вероятно обусловлено ростом концентрации носителей тока с уменьшением размеров зерен.

- [1] М.М. Тагиев, З.Ф. Агаев, Д.Ш. Абдинов. Неорганические материалы. 1994.Т.30.№ 3. с.375-378.
 [2] М.М. Тагиев, Д.Ш. Абдинов. Неорганические материалы. 1995.Т.31,№11.с.1405-1407
 [3] С.С. Горелик, М.Я. Дашевский. М.: Металлургия.1988. 574 с.

- [4] А.С. Охотин, А.С. Пушкарский, Р.П. Боровиков, И.А. Симонов. М., Наука, 1974, с.168.
 [5] И.А. Смирнов, В.И. Тамарченко. Л. Наука. 1977. с.151.

ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ ЭКСТРУДИРОВАННЫХ ОБРАЗЦОВ ТВЕРДОГО РАСТВОРА $\text{Bi}_{0.85}\text{Sb}_{0.15}$ С РАЗЛИЧНЫМИ...

E.G. Cəfərov, M.M. Tağıyev

MÜXTƏLİF ÖLÇÜLÜ DƏNƏCİKLİ $\text{Bi}_{0.85}\text{Sb}_{0.15}$ BƏRK MƏHLULLU EKSTRUZIYA NÜMUNƏLƏRİNİN İSTİLİK KEÇİRMƏSİ

Ekstruziya olunmuş $\text{Bi}_{0.85}\text{Sb}_{0.15}$ bərk məhlulunda 77-300 K temperatur intervalında, $\sim 74 \cdot 10^4$ A/m magnit sahə intensivliyində zərrəciklərin ölçülərini istilikkeçirmə əmsalına təsiri tədqiq olunmuşdur. Elektron və qəfəs istilikkeçirmə əmsalları hesablanmışdır. Müəyyən olunmuşdur ki, qəfəs istilik keçiriciliyinin qiyməti zərrəciklərin ölçüləri və tekstura dərəcəsi ilə müəyyən olunur.

E.G. Djafarov, M.M. Tagiyev

THERMAL CONDUCTIVITY OF THE EXTRUDED SAMPLES OF $\text{Bi}_{0.85}\text{Sb}_{0.15}$ SOLID SOLUTION WITH DIFFERENT GRAIN SIZE

The effect grain size on the thermal conductivity of the extruded samples of $\text{Bi}_{0.85}\text{Sb}_{0.15}$ solid solution in the temperature range 77-300 K and magnetic field strength up to $\sim 74 \cdot 10^4$ A/m have been investigated. It is found that lattice part of heat conduction is determined, basically, by sample texture, that depends on a grain size.

Дата поступления: 26.04.00

Редактор: Д.Ш. Абдинов