

работанных при $T_0=1090$ К пленок $\text{Bi}_2\text{Sr}_{2.2}\text{CaCu}_{1.9}\text{O}$ на керамике BeO при $T > T_c$ $\partial\rho/dT \approx 0$, скачок в электросопротивлении наблюдается при температурах, близких к T_c для соответствующих пленок на MgO , однако нулевое сопротивление достигается при $T < 63$ К.

Таким образом, пленки Bi-Sr-Ca-Cu-O на поли- и монокристаллических подложках, приготовленные методом лазерного распыления, имеют близкие значения T_c . Различия в структуре пленок сказываются на ширине сверхпроводящего перехода и характере температурной зависимости ρ при $T > T_c$.

Список литературы

- [1] Akon H., Shinoki F., Takashi M., Takada S. // Jap. J. Appl. Phys. 1988. V. 27. N 4. P. L519—L521.
- [2] Lahopoulos C., Kennedy W. L., Sridhar S. // Appl. Phys. Lett. 1988. V. 52. N 25. P. 2168—2170.
- [3] Волков М. П., Карпенко Н. Ф., Филин Ю. Н., Мелех Б. Т., Машовец Д. В., Смирнов Д. В., Андреев А. А. // Тез. докл. XXV Всес. совещ. по физике низких температур. Л., 1988. С. 237—238.
- [4] Komuro S., Aojagi Y., Morikawa T., Namba S. // Jap. J. Appl. Phys. 1988. V. 27. N 1. P. L34—L36.
- [5] Furcone S. L., Chiang Y. M. // Appl. Phys. Lett. 1988. V. 52. N 25. P. 2180—2182.
- [6] Nakao M., Kuwahara H., Yuasa R., Mukaida H., Mizukami A. // Jap. J. Appl. Phys. 1988. V. 27. N 3. P. L378—L380.

Физико-технический институт
им. А. Ф. Иоффе АН СССР
Ленинград

Поступило в Редакцию
22 ноября 1988 г.

УДК 539.37 : 539.389

Физика твердого тела, том 31, в. 5, 1989
Solid State Physics, vol. 31, № 5, 1989

ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНАЯ ПЛАСТИЧНОСТЬ КРИСТАЛЛОВ KCl-NaCl

С. Н. Балякин, В. Н. Ерофеев

Хлориды калия и натрия при высокой температуре обладают полной взаимной растворимостью, кристаллизуясь в виде твердого раствора во всем диапазоне концентраций. Однако при более низких температурах существует область расслоения с максимумом при 500°C , где твердый раствор распадается на фазы, близкие по составу к чистым KCl и NaCl . По внешнему виду распавшийся кристалл KCl-NaCl становится непрозрачным, молочно-белого цвета. Такое расслоение приводит к новому структурному состоянию — поликристаллическому (размер зерна $0.5-5$ мкм). Следствием изменения структурного состояния являются качественно новые физико-химические характеристики. Данная работа посвящена изучению механических свойств расслоившихся твердых растворов KCl-NaCl в температурном диапазоне от комнатной до 550°C .

Кристаллы твердого раствора, близкого к эквимольному, выращивались методом Чохральского на ориентированную затравку. В качестве сырья использовали соли KCl и NaCl марки «осч». После выращивания кристалл медленно охлаждался в ростовой печи. Из полученной поликристаллической були для испытаний вырезались образцы размером $3 \times 3 \times 8$ мм таким образом, чтобы длинная ось образца совпадала с осью роста кристалла, а боковые грани соответствовали исходной ориентации затравки $\{100\}$. Испытания образцов проводили на машине «Инстрон» при сжатии со скоростью $\dot{\epsilon} \sim 2 \cdot 10^{-4} \text{ с}^{-1}$ при комнатной температуре и выше, начиная со 100 до 550°C , с интервалом 50°C . Кроме того, были

испытаны (при комнатной температуре) образцы, подвергнутые закалке (100—550 °С).

Вид кривых напряжение—деформация соответствовал классическому для поликристаллов, а абсолютное значение предела текучести σ_T смешанного кристалла KCl—NaCl примерно в 100 раз превышало аналогичные значения для KCl и NaCl при комнатной температуре. При увеличении температуры существует общая тенденция к уменьшению предела текучести предельной деформации.

На рис. 1, 1 приведена температурная зависимость предела текучести. Обращают на себя внимание заметное увеличение предела текучести в области 280—300 °С, а также пик на кривой вблизи 500 °С — температуры фазового перехода. Кривая 2 соответствует значениям σ_T для закаленных образцов. И здесь наблюдаются два пика в области ~300 ÷ 320 и 500 °С.

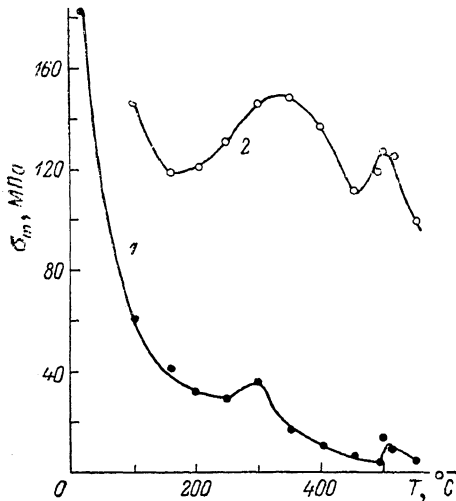


Рис. 1. Зависимость предела текучести кристаллов KCl—NaCl от температуры.

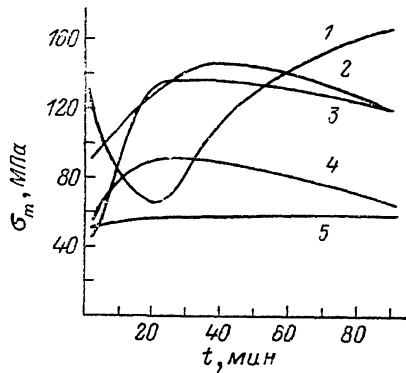


Рис. 2. Зависимость предела текучести кристаллов KCl—NaCl от времени выдержки при температуре измерения.

$T, ^\circ\text{C}$: 1 — 100, 2 — 150, 3 — 200, 4 — 250, 5 — 300.

Природа увеличения σ_T при 500 °С связана с процессом фазового перехода, механизм которого окончательно не выяснен. Однако на основании рентгеновских и оптических исследований процесса расслоения в кристаллах KCl—NaCl можно предположить, что на начальной стадии расслоения происходит образование модулированной структуры, представляющей собой полностью когерентные с матрицей формирования с составом, отличным от исходного состава твердого раствора. Изменение параметра решетки в таких областях и когерентная связь обеспечивают дальнедействующие поля упругих напряжений. В результате повышается макропрочность образца. Последующий рост таких формирований совместно с изменением состава в сторону чистых KCl и NaCl приводит к разрыву когерентной связи и исчезновению дальнедействующих полей упругих напряжений. Образуются зерна с некогерентными границами, которые являются непреодолимыми препятствиями на пути движения дислокаций и служат местами их стока аналогично поверхности кристалла. Это приводит к общему увеличению механической прочности расслоившихся кристаллов KCl—NaCl по сравнению с чистыми KCl и NaCl.

Появление пика σ_T при ~300 °С навряд ли можно связать с процессами, изменяющими общую структуру образца. Вероятно, его появление можно отнести к процессам, происходящим внутри зерна. Ранее при изучении данной системы этому температурному интервалу не уделялось большого внимания, лишь в работах [1, 2] приведены зависимости изменения плотности [1] и проводимости [2] образцов KCl—NaCl эквимольяр-

ного состава от температуры, которые по характеру соответствуют зависимости $\sigma_r(T)$. Электропроводность чистых КС1 подобной аномалией не обладала [2]. На чистых и легированных двухвалентными примесями ШГК аналогичные пики прочности при тех же температурах наблюдались неоднократно [3-5]. Появление пиков связывали с изменением структурного состояния остаточных примесей и их взаимодействия с движущимися дислокациями. В контексте с общими наблюдениями для ШГК поведение σ_r в нашем случае не является неожиданным и может быть связано с присутствием двухвалентных примесей, которые в том или ином структурном состоянии с разной силой стопорят дислокации внутри зерна.

Температура максимума σ_r и его величина зависят от условий термообработки. В данной работе исследована зависимость предела текучести КС1-NaCl от времени выдержки при температурах от 100 до 300 °С (рис. 2). Полученные результаты аналогичны данным [6] для кривых $\sigma_r(t)$ в случае старения закаленных образцов КС1-NaCl состава 12.4 мол.% КС1.

Уменьшение предела текучести кристаллов КС1-NaCl при температурах выше 300 °С можно приписать снижению эффективности стопорения дислокаций границами зерен. В [7] аналогичные измерения проводились на образцах, полученных кристаллизацией в тигле и охлажденных до комнатной температуры со скоростью менее 30 °С/ч и также наблюдалось понижение σ_r при температуре выше 300 °С.

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] Andreev G. A., Buritskova L. G. // Cryst. Res. Technol. 1984. V. 19. N 2. P. 155—163.
- [2] Хартман Э., Ерофеев В. Н. // ФТТ. 1986. Т. 28. № 9. С. 2835—2837.
- [3] Eshelby J. D., Newey C. W. A., Pratt R. L., Lidiard A. B. // Phil. Mag. 1958. V. 3. P. 75—89.
- [4] Reppich B. // Acta Met. 1972. V. 20. N 4. P. 557—567.
- [5] Соيفер Л. Н. Физика конденсированного состояния. Харьков, 1973. С. 45—64.
- [6] Wolfson R. G., Kobes W., Fine M. E. // J. Appl. Phys. 1966. V. 37. N 2. P. 704—712.
- [7] Arbel A. // J. Am. Cer. Soc. — Discuss. and Notes. 1967. V. 50. N 2. P. 114.

Институт физики твердого тела АН СССР
Черноголовка
Московская область

Поступило в Редакцию
22 ноября 1988 г.

УДК 669.017.3

Физика твердого тела, том 31, в. 5, 1989
Solid State Physics, vol. 31, № 5, 1989

ОТБОР ДИСЛОКАЦИОННЫХ ЦЕНТРОВ ЗАРОЖДЕНИЯ КРИСТАЛЛОВ МАРТЕНСИТА С ГАБИТУСАМИ, БЛИЗКИМИ К $\{hhl\}$, В СПЛАВАХ ЖЕЛЕЗА

В. П. Верещагин, С. М. Кащенко

В теории мартенситного $\gamma \rightarrow \alpha$ превращения (МП) в сплавах железа фундаментальной является проблема зарождения мартенситного кристалла (МК). Перспективной для ее решения представляется идея, связывающая зарождение МК с наличием дислокаций в аустените, поскольку упругое поле дислокации существенно снижает, как показано еще в [1], энергетический барьер для зарождения; в идеальном же аустените появление зародыша МК маловероятно. Однако представление о статическом зародыше (устроенном подобно кристаллу мартенсита), лежащее в основе такого и аналогичных ему вариантов анализа устойчивости аустенита,