

УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ОСТРОЙ КУБИЧЕСКОЙ ТЕКСТУРЫ В ЛЕНТАХ-ПОДЛОЖКАХ ИЗ ДВОЙНЫХ И ТРОЙНЫХ СПЛАВОВ НА ОСНОВЕ МЕДИ

Хлебникова Ю.В., Суаридзе Т.Р., Егорова Л.Ю.,

Гервасьева И.В., Родионов Д.П.

Руководитель – с.н.с., к.т.н. Хлебникова Ю.В.

Институт физики металлов УрО РАН, г. Екатеринбург

Teona_S@imp.uran.ru

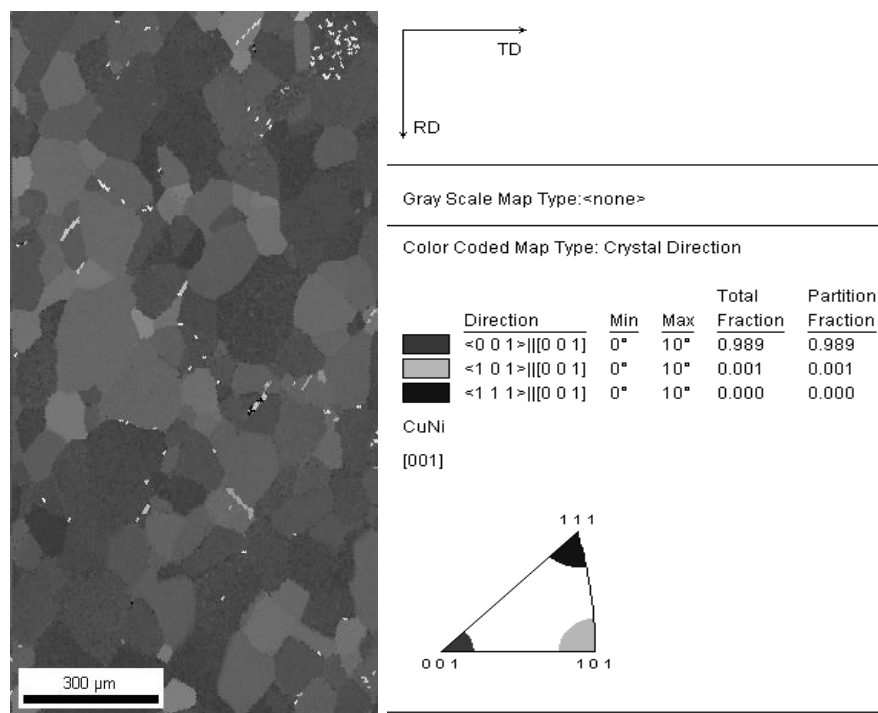
В работе исследован процесс текстурообразования в лентах из бинарных Cu-Fe, Cu-Cr и тройных Cu-30%Ni-Fe, Cu-30%Ni-Cr сплавов с целью получения лент-подложек, используемых в пленочных многослойных композициях, в том числе и при создании сверхпроводников второго поколения (2G HTSC). Проанализирована степень совершенства кубической текстуры методом дифракции обратно отраженных электронов. Проведены испытания на растяжение текстурованных лент из бинарных и тройных сплавов меди.

Медные сплавы с кубической текстурой рекристаллизации интересны в связи с тем, что на них может быть получена совершенная биаксиальная кубическая текстура, близкая к монокристалльной $\{100\}\langle 001\rangle$ [1, 2], а так же в силу их немагнитности и дешевизны. Величина энергии дефектов упаковки (ЭДУ) меди имеет значение близкое к нижней границе, при которой формируется классическая текстура деформации типа «меди», а при отжиге может формироваться острая кубическая текстура. Низкая ЭДУ меди естественным образом ограничивает количество легирующего элемента при создании ГЦК-сплавов на основе меди с биаксиальной кубической текстурой, поскольку легирование всегда снижает ЭДУ [3, с. 210].

Для исследования были выплавлены бинарные сплавы Cu–Me и тройные сплавы Cu–30%Ni–Me на основе чистой, бескислородной меди 99.95%. Для выплавки лабораторных сплавов использовали никель чистотой 99.99%, другие легирующие элементы имели чистоту не ниже 99.94%. Все сплавы выплавлялись в алундовых тиглях в атмосфере аргона в вакуумной индукционной печи. Послековки и шлифовки получали заготовки для холодной прокатки. Холодную деформацию заготовок осуществляли до толщины 100-80 мкм (98.6-99%).

В бинарных сплавах Cu–1.2% Fe, Cu–1.6% Fe и Cu–0.4% Cr сплавах после соответствующих технологических процедур реализуется острая биаксиальная кубическая текстура рекристаллизации. Учитывая, что в лентах-подложках из двойных медно-никелевых сплавов достаточно успешно реализуется острая кубическая текстура, показана принципиальная возможность создания тройных сплавов на базе бинарного Cu-30% Ni,

дополнительно легированного элементами, упрочняющими ГЦК-матрицу, такими как железо или хром. Определены оптимальные режимы отжига, позволяющие получить в сплавах Cu–Me и Cu–30%Ni–Me (Me=Fe или Cr) совершенную биаксиальную текстуру с содержанием кубических зерен $\{001\}\langle 100 \rangle$ более 97%. Сформированной текстуре сплава Cu-30% Ni-1.5% Fe, представлена на рис.1.



а

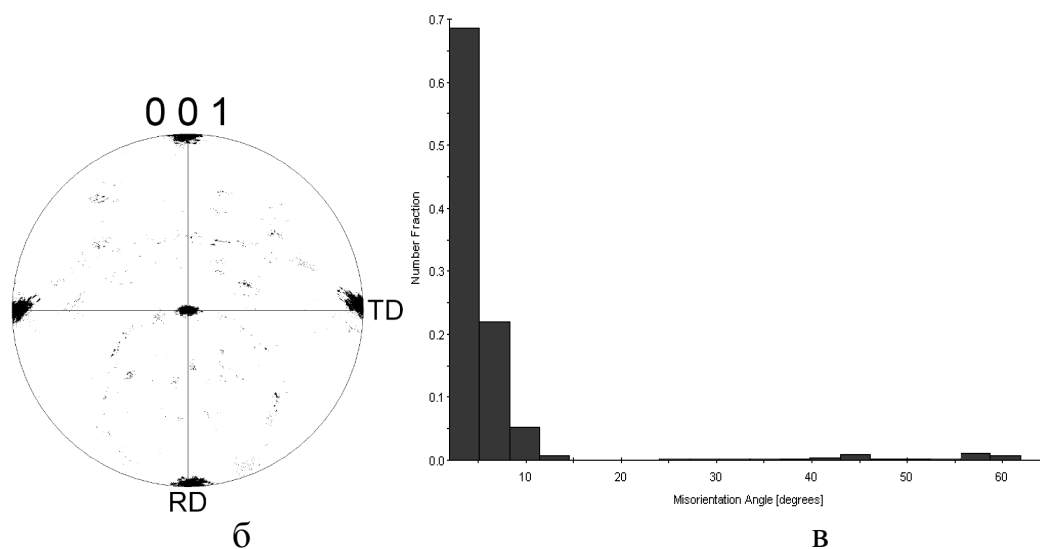


Рис. 1. Микрокарта ориентировок зерен (а), полюсная фигура $\{001\}$ (б) и гистограмма разориентировки границ зерен (в) для ленты из сплава Cu-30% Ni-1.5% Fe после рекристаллизационного отжига при 1000°C, 1 ч.

Установлено, что тройные сплавы Cu–30%Ni–Me менее устойчивы к развитию вторичной рекристаллизации, чем бинарный Cu–30%Ni.

В лентах из сплавов меди с железом или хромом в процессе охлаждения после рекристаллизационного отжига происходит выделение дисперсных частиц, что способствует повышению механических свойств подложки. Оценка механических свойств текстурованных лент из исследованных бинарных и тройных медных сплавов демонстрирует превышение предела текучести текстурованной ленты из чистой меди в 2.5–4.5 раза.

Ленты-подложки из бинарных Cu–Ni, Cu–Fe и Cu–Cr и тройных сплавов Cu–30%Ni–Me (Me=Cr или Fe), сочетающие совершенную кубическую текстуру, немагнитность и высокую прочность, могут быть использованы для эпитаксиального нанесения буферных и сверхпроводящих слоев при производстве 2G HTSC.

Данная работа выполнена в рамках государственного задания по теме «Кристалл» № 01201463333, при поддержке гранта № 12-П-2-1015 Программы Президиума РАН.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Gallistl B., Kirchschrager R., Hassel A.W. Biaxially textured copper–iron alloys for coated conductors // *Phys. Status Solidi A*. 2012. V. 209. No. 5. P. 875–879.
2. Varanasi C.V., Barnes P.N., Yust N.A. Biaxially textured copper and copper–iron alloy substrates for use in $YBa_2Cu_3O_{7-x}$ coated conductors // *Supercond. Sci. Technol.* 2006. V. 19. P. 85–95.
3. Штремель М.А. Прочность сплавов. Ч. I. Дефекты решетки. М.: МИСиС, 1999. 384 с.