

ЗЕРНОГРАНИЧНАЯ РЕЛАКСАЦИЯ НАПРЯЖЕНИЙ В НАНОФАЗНЫХ КОМПОЗИТАХ МЕДЬ-МОЛИБДЕН

Ильинский А. И., Лябук С. И., Зубков А. И.

Национальный технический университет «ХПИ», г. Харьков, Украина
ilinsky@kpi.kharkov.ua

Одним из способов получения нанофазных композитов с весьма высокими функциональными свойствами является кристаллизация из паровой фазы в вакууме (PVD-технология). Ранее было показано [1, 2], что определяющее влияние на прочность композитов оказывают размеры наночастиц упрочняющей фазы. В этой связи исследовалось влияние дисперсности частиц на релаксацию напряжений. Композиты Cu-Mo в виде фольг толщиной 20-40 мкм, содержащие от 0,3 до 1,2 об. % Mo, подвергались ступенчатому отжигу при 900⁰ С в интервале от 2 до 15 часов. Средний размер зерна практически не изменялся и составлял ~1 мкм, тогда как размеры частиц возрастали от 5 до 45 нм. Согласно представлениям о дисперсном упрочнении, указанный рост частиц и следовательно, увеличение межчастичного расстояния приводит к снижению предела текучести композитов от 0,6 до 0,2 ГПа (1,2 об. % Mo). Что касается относительной глубины релаксации $\Delta\sigma/\sigma_0$ ($\Delta\sigma$ – падение напряжения на пределе текучести $\sigma_{0,1}$), то она изменяется немонотонно – после заметного снижения на кривой появляется максимум, высота которого зависит от содержания Mo. Проведен анализ данного нового эффекта, который объясняется конкурирующим влиянием зернограничных и межфазных источников подвижных дислокаций и свидетельствует о возможности зернограничной релаксации напряжений в нанофазных композитах.

1. Зубков А.И., Ильинский А.И., Подгорная О.А. и др. О возможности старения быстрозакаленных сплавов Cu-Mo // ФММ.-1990.-в. 10.-С. 197.
2. Ilinsky A.I., Lyabuk S.I., Zubkov A.I. Relaxation resistance of copper films strengthened with molybdenum nanoparticles // Functional Materials.-2003.-10, №1.-P.52-54.

ВЛИЯНИЕ АКУСТИЧЕСКОЙ АНИЗОТРОПИИ И НЕЛИНЕЙНОСТИ В ФЕРРОМАГНИТНЫХ СПЛАВАХ ГЕЙСЛЕРА НА РАСПРОСТРАНЕНИЕ АКУСТИЧЕСКИХ ВОЛН

Карпук М. М.¹, Костюк Д. А.³, Кузавко Ю. А.², Шавров В. Г.²

1 - *Koszalin Technical University, Koszalin, Polska*

2 - *Институт радиотехники и электроники РАН, Москва, kuzavko@newmail.ru*

3 - *Брестский государственный технический университет, Брест, Беларусь*

В последнее время большое внимание уделяется созданию и исследованию нового класса функциональных материалов – ферромагнитных сплавов Гейслера $Ni_{2-x+y}Mn_{1-x}Ga_{1-y}$, в которых возможно обратимое управление их формой с помощью температуры и магнитного поля. Ниже точки Кюри кристалл Ni_2MnGa испытывает мартенситное превращение (ФП) из кубической высокотемпературной фазы в тетрагональную низкотемпературную фазу ($T_{MA} = 215K$) через промежуточную модулированную – предмартенситную (ПМ) фазу ($T_{PM} = 255K$), в области которых наблюдаются

существенные особенности скорости и поглощения акустических волн. Особенно сильно смягчается поперечная мода TA_2 в окрестности ПМ ФП с волновым вектором $\vec{k} = (\xi, \xi, 0)$ при $\xi = 0,33$ и вектором поляризации $\vec{e} = (1 \ 1 \ 0)$. Так, для нее скорость изменяется от 740м/с ($T = 300K$) до 614м/с ($T_{PM} = 255K$) и 903м/с ($T_{MA} = 215K$) при частоте $f = 3,7$ МГц, согласно экспериментальным данным Тривисонно [3]. Теоретически скорость TA_2 в точке ФП превращается в ноль, и, следовательно, индуцируемая при ФП акустическая анизотропия A кристалла обращается в бесконечность. Экспериментально достигнуто $A = 28$ при ПМ ФП. Для сравнения, в гематите $A = 4$ в области его ориентационного фазового перехода. Указанное обстоятельство стимулировало исследование отражения LA и TA при их наклонном падении в кристаллографической плоскости (100) от свободной поверхности кристалла. При рассмотрении отражения и преломления акустических волн на плоской границе Ni_2MnGa (в области ФП) и жидкости показана возможность эффективного управления с помощью температуры и поля углами отражения и преломления, а также коэффициентами преобразования типов волн. Установлено возникновение двух критических углов падения только для поперечной волны, при этом в окрестности ФП возникающее сопутствующее поверхностное колебание (СПК) начинает излучаться в объем.

Отражение и преломление продольных и поперечных волн на границе Ni_2MnGa уже связано с возникновением трех критических углов падения. Начиная с некоторых критических углов падения, продольная, а в последствии поперечная волна в Ni_2MnGa становятся неоднородными и скользящими вдоль границы СПК, а при большей степени близости кристалла к точке ПМ ФП возможно их переизлучение в объем. Полученные аналитические результаты численно продемонстрированы для Ni_2MnGa , граничащего с водой или кварцем.

Обсуждается влияние сильного нелинейного упругого и магнитоупругого взаимодействия, имеющего место в ферромагнитных кристаллических сплавах Гейслера Ni_2MnGa с памятью формы, на генерацию высших гармоник при распространении акустических волн.

Авторы благодарны РФФИ и БРФФИ за финансовую поддержку (гранты 02-02-81030 Бел2002-а и Ф02Р-076, 04-02-81058, 03-02-17443).

1. Кузавко Ю.А., Шавров В.Г., Акуст. эк. 39,6(1993)
2. Карпук М.М., Костюк Д.А., Кузавко Ю.А., Шавров В.Г., ПЖФ //ЖТФ//
3. ФММ // Акуст. эк.

АКУСТИЧЕСКИЕ СПЕКТРАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СВЕРХУПРУГОСТИ И СВЕРХПЛАСТИЧНОСТИ СПЛАВОВ ГЕЙСЛЕРА

Карпук М. М.¹, Коледов В. В.², Костюк Д. А.³, Кузавко Ю. А.², Шавров В. Г.²

1 - *Koszalin Technical University, Koszalin, Polska*

2 - *Институт радиотехники и электроники РАН, Москва, kuzavko@newmail.ru*

3 - *Брестский государственный технический университет, Брест, Беларусь*

Ранее [1, 2] была получена информация об акустических свойствах поликристаллов ферромагнитных сплавов Гейслера $Ni_{2-x}Mn_xGa_{1-y}$ с памятью формы. Изучено влияние интенсивной низкочастотной (НЧ) ультразвуковой волны на мартенситный