

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Махинько Федора Федоровича «Восстановление пластичности алюминиевых сплавов с использованием динамических эффектов дальнего действия при ионной бомбардировке», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния

До середины 70-х годов прошлого века практически все экспериментальные и теоретические исследования легированных методом ионной имплантации материалов были направлены на выяснение структуры и свойств слоя, определяемого величиной пробега ионов, что диктовалось широкими перспективами практического применения этого метода в ряде областей науки, техники и высоких технологий. Такая направленность исследований и, соответственно, получаемые результаты послужили, по-видимому, основанием для утверждения, что область нарушенной структуры находится в пределах пробегов ионов. Однако, начиная с 1972 года стали появляться сообщения, что изменение свойств материалов при ионной имплантации примесей происходит также далеко за пределами зоны торможения ионов. Это явление получило название эффекта дальнего действия. Эффект дальнего действия проявлялся в смещении дислокаций, в перемещении дислокационных сеток, изменение структуры полупроводников при облучении потоками ионов было зафиксировано по всей глубине образцов методами рентгеновской топографии, рентгеновской рефрактометрии, декорирования медью, путем избирательного химического травления. Кроме того, на больших расстояниях наблюдалось изменение характеристик полупроводников после их легирования. Уже в первых работах отмечалось, что степень изменения свойств материала на больших глубинах пропорциональна его исходной дефектности. Следует отметить, что дальнее действие при ионной бомбардировке было обнаружено также и по поверхности облучаемого образца.

Из множества моделей, предложенных в разное время и разными авторами, для объяснения этого явления «выжила» и на сегодняшний день приобрела практически завершенную форму концепция радиационно-динамической природы структурных изменений свойств материалов за пределами зоны торможения ионов. В основе этой модели лежит идея об определяющей роли упругих возмущений среды, генерируемых при развитии каскадов смещений и переносящих энергию вглубь материала, что в свою

очередь является причиной изменения его физических свойств на больших расстояниях. На протяжении последних 40 лет обсуждалась природа этих возмущений, их энергетические и геометрические характеристики, а также механизмы влияния на структуру и свойства вещества.

В диссертационной работе Махинько Ф.Ф. источником упругих возмущений (или зонами взрывного энерговыделения) предполагаются термические пики, в области которых температура достигает 5000-6000K, что подтверждено автором экспериментально. Такие упругие возмущения, воздействуя на термодинамически неравновесные среды, в частности, метастабильные алюминиевые сплавы, приводят к их управляемой структурной перестройке, улучшающей эксплуатационные характеристики этих материалов. Здесь Махинько Ф.Ф. использует модель эффекта дального действия, изложенную профессором Овчинниковым В.В. в журнале «Успехи физических наук». – 2008. – т.178. – №9. – с.991-1001. Следует сразу отметить, что практически использовать явление дального действия до сегодняшнего дня не удавалось еще никому. Это впервые сделано в исследованиях Махинько Ф.Ф.

Все это свидетельствует о несомненной актуальности исследований, проведенных в данной диссертации.

Исходя из анализа материала автореферата, к результатам научных исследований, имеющим научную новизну и практическую значимость, можно отнести:

1. Экспериментальное установление факта существования при ионном легировании твердых тел термических пиков, являющихся одной из причин генерации единичных возмущений среды с напряжениями на фронте равными или даже превышающими пределы текучести материалов. В этом отношении просто уникальными являются полученные в работе спектры излучения поверхности образцов при бомбардировке ионами аргона (рис.3).
2. Использование явления дального действия в целях управления структурой и свойствами сложных алюминиевых сплавов, изначально находящихся в термодинамически неравновесном состоянии.
3. Разработку физических основ технологии радиационного отжига алюминиевых сплавов с помощью радиационно-динамического эффекта: установлены диапазоны плотностей ионного тока, типы ионов, их энергии и дозы, обеспечивающие требуемые техническими условиями свойства.

Эти результаты обладают научной новизной и практической значимостью, их совокупность соответствует всем требованиям ВАК России, предъявляемым к диссертациям в отрасли физико-математических наук по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния.

Результаты исследований Махинько Ф.Ф. достаточно полно опубликованы в высокорейтинговых научных журналах и апробированы на Международных и Российских совещаниях, конференциях и семинарах. Следует отметить также лаконичный, строго научный стиль изложения материала в автореферате.

При чтении автореферата возникли некоторые вопросы:

1. Какова обрабатываемая ионами площадь деталей?
2. Формула (1), описывающая спектральную плотность излучения, получена автором диссертации или взята из посторонних источников?
3. Как производились оценки давления в области термических пиков (стр.15)?

За совокупность новых научно обоснованных результатов исследований, имеющих важное значение в физике конденсированного состояния и в частности, в области модификации свойств твердых тел пучками ускоренных ионов, диссертация Махинько Ф.Ф. «Восстановление пластичности алюминиевых сплавов с использованием динамических эффектов дальнего действия при ионной бомбардировке» заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния.

Заведующий кафедрой физики твердого
тела Белорусского государственного университета,
доктор физико-математических наук, профессор

В.В.Углов



220006 Белоруссия, Минск, ул. Ленинградская, 20