

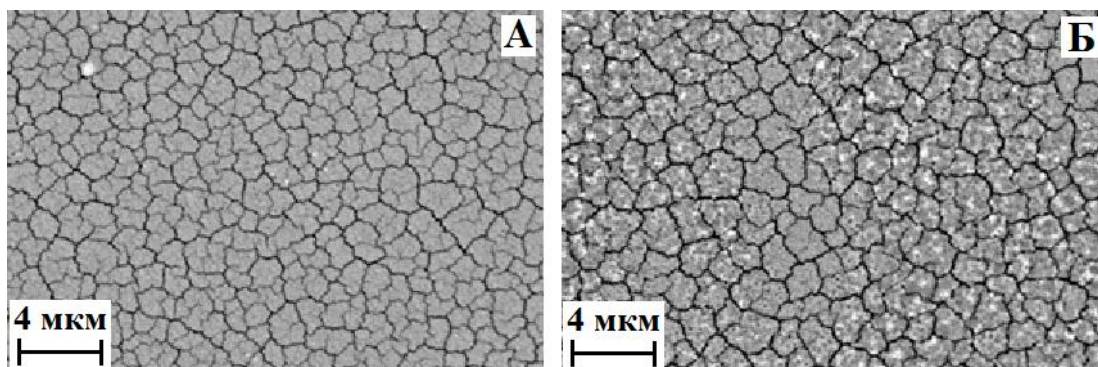
## ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СТРУКТУР TiAlCN–TiAlN–Si МОДИФИЦИРОВАННЫХ ЛАЗЕРНЫМ ОТЖИГОМ

В.А. Зайков, Г.Д. Ивлев, О.Р. Людчик, И.М. Климович,  
А.И. Вишневский, С.В. Гусакова

Белорусский государственный университет, Минск  
E-mail: [valery48@tut.by](mailto:valery48@tut.by)

Бинарный карбонитрид TiAlCN - новый материал с перспективными механическими свойствами [1], однако его электрофизические свойства практически не изучены. В настоящей работе нами исследовались структурные превращения модифицированных тонких (до 600 нм) плёнок TiAlCN после воздействия наносекундного (70 нс) излучения рубинового лазера [2] и изучены вольтамперные характеристики структур (ВАХ) типа: зонд / TiAlCN (600 нм) / TiAl (20 нм) / Si (пластина) / проводящая паста / медное основание. Тестируемые образцы были приготовлены магнетронным распылением составной Ti-Al мишени в аргон-азотно-ацетиленовой атмосфере с сопутствующим образованием на кремниевой подложке плёнки бинарного карбонитрида, с примерно одинаковым процентным содержанием Ti и Al. Плотность энергии облучения  $P$  системы TiAlCN/Si варьировалась в интервале 0,5 - 1,6 Дж/см<sup>2</sup> при неоднородности лазерного пятна не выше  $\pm 5\%$ .

Состояние облучённой поверхности и микроструктура поверхности исследовались методами растровой электронной микроскопии (РЭМ). РЭМ-микрофотографии в отраженных пучках электронов показывают, что поверхность исходного образца TiAlCN/Si является сплошной и гладкой. После лазерного отжига (рис. 1) поверхность имеет зернистую структуру с размером зерна 0,6–1,5 мкм. Зерна разделены тонкими прослойками (20-50 нм) с четкими темными границами. Зерна обладают ГЦК структурой (Ti,Al)(C,N), аналогичной решетке NaCl.



Плотность энергии: А -  $P=0,80$  Дж/см<sup>2</sup>; Б -  $P=1,05$  Дж/см<sup>2</sup>

Рис. 1. РЭМ-микрофотографии поверхности TiAlCN после лазерного отжига

Тонкие прослойки по границам зерен представляют собой  $\alpha$ -С фазу углерода. Таким образом, можно утверждать, что после лазерной обработки покрытия TiAlCN представляют собой зернистую структуру в аморфной матрице углерода. При плотности мощности  $P = 1,05 \text{ Дж/см}^2$  на микрофотографии видны точечные светлые объекты с размерами 50-120 нм. Как показывает энергодисперсионный рентгеновский микроанализ, эти светлые объекты представляют собой металлические включения (Ti, Al).

Испытания на отрыв покрытия TiAlCN на кремнии показали, что адгезия отожженных покрытий остается высокой, отслаивания покрытий TiAlCN не наблюдается.

На рисунке 2 представлены ВАХ структур. До лазерной обработки ВАХ имеет нелинейный характер полупроводникового типа. Лазерный отжиг исходной структуры с увеличением плотности энергии до значения  $0,8 \text{ Дж/см}^2$  (рис. 2, а) приводит к спрямлению ВАХ и уменьшению контактного сопротивления. При дальнейшем увеличении плотности энергии до значения  $1,05 \text{ Дж/см}^2$  ВАХ характеристики снова становятся нелинейными (рис. 2, б).

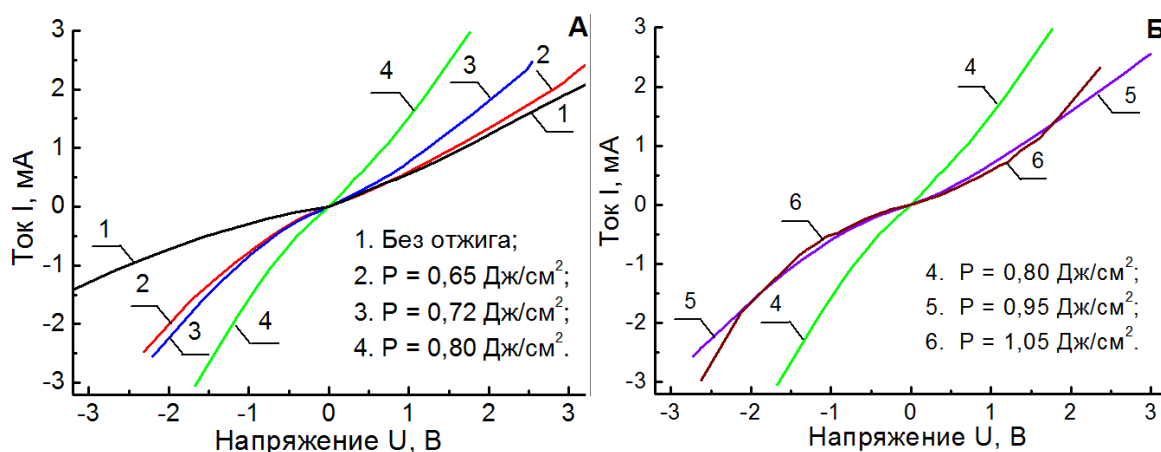


Рис. 2. ВАХ структуры: зонд / Ti-Al-C-N / Ti-Al / Si / медное основание

Таким образом установлено, что в диапазоне плотности энергии от  $0,65 - 0,80 \text{ Дж/см}^2$  происходит спрямление ВАХ, а при дальнейшем увеличении плотности энергии до  $1,05 \text{ Дж/см}^2$  ВАХ снова становится нелинейной и носит полупроводниковый характер. Установлено, что при плотности энергии  $0,80 \text{ Дж/см}^2$  ВАХ приобретает омический характер с минимальной величиной контактного сопротивления равной  $660 \text{ Ом}$ .

1. Xuhai Zhang, Jianqing Jiang, Zeng Yuqiao, // Surface & Coatings Technology. 2008. V. 203 P. 594–597.
2. Ивлев Г.Д., Гацкевич Е.И. // Журнал технической физики. 2012. Т. 82, № 6. С. 69-72.