

СВЕРХВЫСОКОЧУВСТВИТЕЛЬНОЕ ОБНАРУЖЕНИЕ МЕТОДОМ ГИГАНТСКОЙ СПЕКТРОСКОПИИ КОМБИНАЦИОННОГО РАССЕЯНИЯ

А.В.ИЛЬЧУК, РАУЛЬ РОДРИГЕС, Е.С.ШЕРЕМЕТ, ДИТРИХ Р.Т. ЦАН

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

E-mail: belegestel97@mail.ru

Целью данного исследования является получение плазмонных наночастиц, которые непосредственно влияют на сверхчувствительное обнаружение в спектроскопии комбинационного рассеяния (КР) на поверхности SERS подложки. Наша задача заключается в экспериментальной демонстрации, а также компьютерном моделировании самого простого, эффективного и недорогого способа получения монокристаллических наночастиц из солей серебра, которые можно использовать в качестве высокоэффективных субстратов для SERS (Surface-enhanced Raman spectroscopy).

Одним из возможных способов получения плазмонных наночастиц является использование солей серебра, которые могут восстановиться до наночастиц. В данном эксперименте использовался водный раствор AgNO_3 . Капля раствора помещалась на подложку предварительно тщательно очищенного и отшлифованного электрода. После того, как капля раствора была помещена на подложку, мы приложили отрицательный потенциал -2 В в течении 10 секунд, чтобы вызвать восстановление ионов Ag^{3+} .

В результате мы получили плазмонные наночастицы, извлеченные из водного раствора соли AgNO_3 [2]. Результаты КР спектроскопии показали, что произошло усиление сигнала более чем в 2 раза, в отличие от коммерческого субстрата «Klarite». Мы разработали сверхчувствительную SERS-подложку, которая позволяет недорогое использование сверхчувствительного обнаружения с помощью гигантской КР спектроскопии, которое особенно полезно в медицине для диагностики заболеваний [1].

Сравнивая предложенные нами подложки с коммерческими подложками SERS, можно заключить, что наша технология отличается высоким коммерческим потенциалом, так как цена наших субстратов составляет не более 1 доллара США, а технологический процесс достаточно прост.

Мы ожидаем, что наши разработки будут использоваться для создания датчиков, диагностики заболеваний, химического анализа с помощью плазмонной спектроскопии.

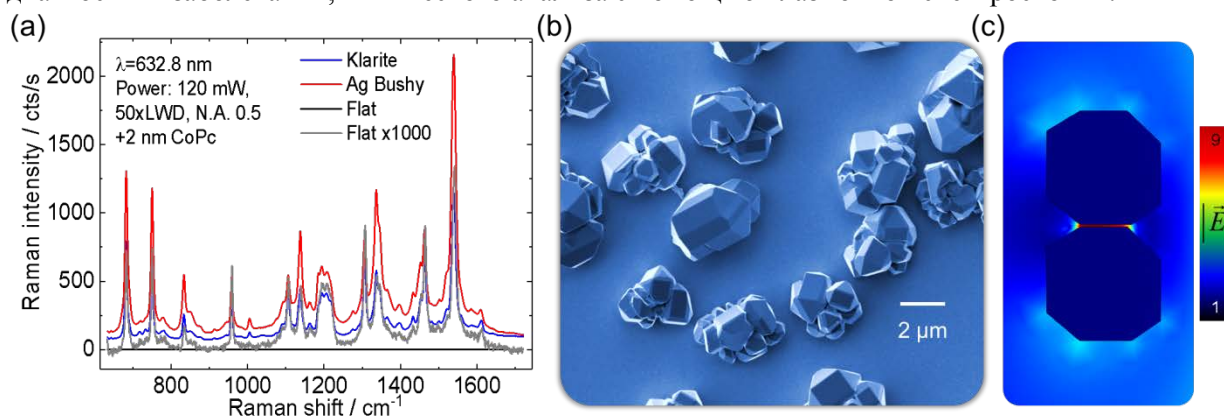


Рисунок 1 – а) Спектры комбинационного рассеяния ультратонких слоев фталоцианина кобальта, осажденного на разных материалах, б) изображение сканирующей электронной микроскопии подложки Ag, обеспечивающее наивысшее усиление, в) иллюстрация результатов моделирования метода конечных элементов для двух октаэдрических наночастиц (50 нм), моделирующих монокристаллы Ag

Список литературы

1. Kneipp, K.; Wang, Y.; Kneipp, H.; Perelman, L. T.; Itzkan, I.; Dasari, R.; Feld, M. S., Single molecule detection using surface-enhanced Raman scattering (SERS). *Phys. Rev. Lett.* 1997, 78 (9), 1667-1670.
2. Mikoliunaite, L.; Rodriguez, R. D.; Sheremet, E.; Kolchuzhin, V.; Mehner, J.; Ramanavicius, A.; Zahn, D. R., The substrate matters in the Raman spectroscopy analysis of cells. *Sci Rep* 2015, 5, 13150.

ВЛИЯНИЕ ЛЕГИРОВАНИЯ Ta НА МОРФОЛОГИЮ ПОВЕРХНОСТИ, МИКРОСТРУКТУРУ И МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОКРЫТИЙ TiAlN

Е.Д. КУЗЬМИНОВ^{1,2}, А.Р. ШУГУРОВ¹, А.М. КАСТЕРОВ¹, А.А. АКУЛИНКИН¹

¹Институт физики прочности и материаловедения СО РАН

²Томский политехнический университет

E-mail: evgenij_kuzminov00@mail.ru

Покрyтия TiAlN получили широкое распространение в промышленности для повышения износостойкости и коррозионной стойкости деталей и механизмов благодаря высокой твердости и стойкости к окислению. Повышенная твердость покрyтий TiAlN обусловлена тем, что Al частично замещает Ti в кристаллической решетке TiN, формируя метастабильную ГЦК структуру типа сфалерита (с-AlN). Это приводит к упругой дисторсии кристаллической решетки покрyтий TiAlN и, как следствие, к их твердорастворному упрочнению. Однако при температурах свыше 900-950 °С происходит спинодальное разложение метастабильного твердого раствора $Ti_{1-x}Al_xN$, в процессе которого домены с-AlN трансформируются в стабильную гексагональную фазу w-AlN (вюрцит), вызывая резкое снижение твердости и износостойкости покрyтий [1,2]. Дальнейшие перспективы повышения твердости и увеличения рабочих температур покрyтий TiAlN связаны с их дополнительным легированием. В частности, легирование Ta позволяет не только существенно увеличить твердость и трещиностойкость покрyтий TiAlN [3-5], но и повысить температуру образования в них фазы w-AlN вплоть до 1200 °С, что обеспечивает сохранение высокой твердости покрyтий при повышенных температурах [6,7]. В то же время зависимость структуры и свойств покрyтий TiAlTaN от содержания Ta на сегодняшний день изучены недостаточно, хотя известно, что характеристики многоэлементных покрyтий существенно зависят от концентрации в них различных элементов. Поэтому целью данной работы является исследование влияния легирования Ta на морфологию поверхности, микроструктуру и механические характеристики покрyтий TiAlN.

Покрyтия TiAlTaN наносили на титановые подложки методом реактивного магнетронного распыления в среде из смеси газов аргона и азота. Температура подложки составляла 275 °С. Исследование морфологии поверхности и поперечного сечения покрyтий проводили методами сканирующей электронной и атомно-силовой микроскопии. Для изучения структуры покрyтий использовали метод рентгеновской дифракции. Механические характеристики изучали методом наноиндентирования.

Показано, что независимо от содержания Ta покрyтия TiAlTaN характеризуются мелкозернистой морфологией поверхности со средним размером зерен 120-180 нм. Среднеквадратичная шероховатость поверхности составляет 6-7 нм. Исследования поперечного сечения покрyтий TiAlTaN выявили, что они обладают столбчатой зеренной