



ВЛИЯНИЕ ОБЛУЧЕНИЯ ИОНАМИ НА ПОЛИМЕРНУЮ ПОДЛОЖКУ В ПРОЦЕССЕ ФОРМИРОВАНИЯ НАНОЧАСТИЦ ЗОЛОТА.

В.М.Студзинский^{1,2}, К.В.Карабешкин¹, М.В.Мишин², Е.Д.Федоренко¹, П.А.Карасев¹

¹Политехнический университет, Санкт-Петербург, Россия

²Алферовский университет, Санкт-Петербург, Россия

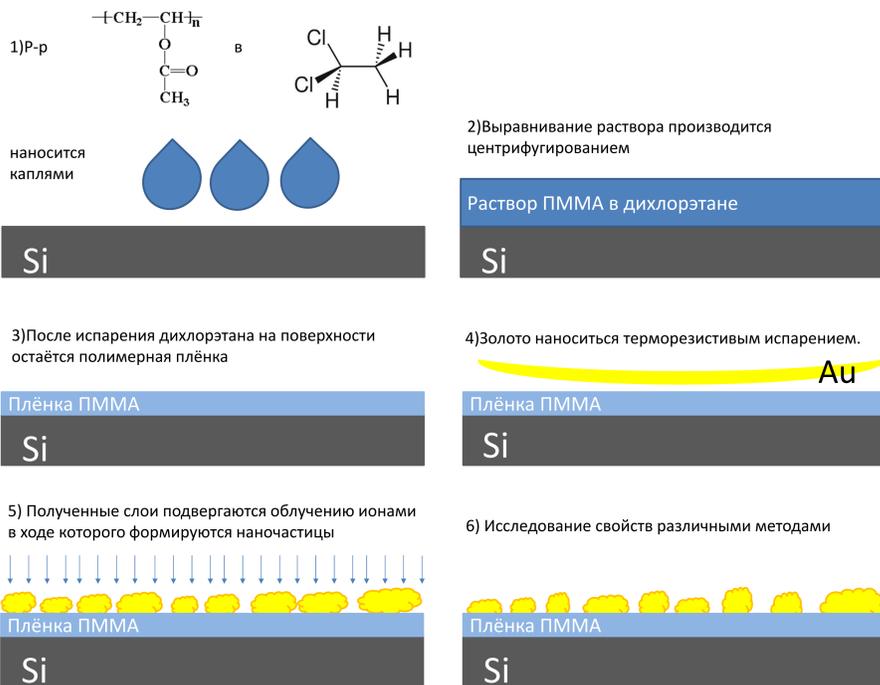
[✉]Svm.fl@mail.com



Введение

- Облучение ионами тонкой плёнки металла один из методов формирования наночастиц на полимерной подложке.
- В результате на полимерных подложках получают наночастицы в широком диапазоне размеров, которые удобно использовать для SERS.
- Облучение ионов влияет и на подложку, данная работа направлена на изучение этого влияния.

Методика эксперимента



Исследование толщины полимерного слоя проводилось на АСМ и она составила порядка 70 нм и 200 нм. Методом RBS была определена толщина слоя золота на образцах: 8.7 нм и 5.7 нм соответственно.

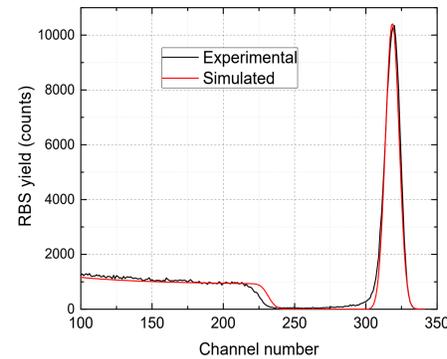


Рис 1 Экспериментальный спектр RBS (чёрный) и результат моделирования в программном пакете RUMP (красный). Толщина золота 5.7 нм

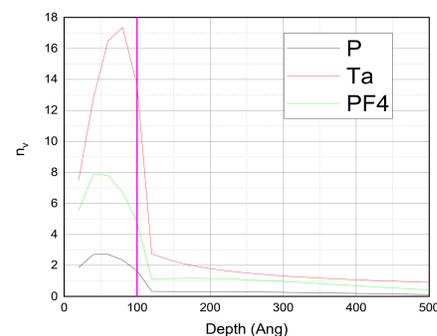
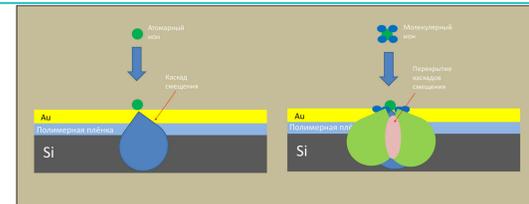


Рис.2 Количество смещений атомов на единицу длины в зависимости от глубины при облучении ПММА, покрытого золотой плёнкой толщиной 10нм. Первый пик соответствует смещениям атомов золота, второй – максимум смещения атомов ПММА.



Дозы облучения подбирались таким образом, чтобы число смещений атомов золота в плёнке после облучения атомами и молекулами (displacement per atom[DPA] - смещения на атом) было одинаковым. Расчёт проводился по формуле:

$$DPA_{Au} = \frac{n_v \cdot D}{n_{at}}$$

Таблица 1 дозы облучения ионами.

Доза, DPA _{Au}	Флюенс, см ⁻²		Флюенс, см ⁻²		
	Толщина Au 5.7 нм	Толщина Au 8.7 нм	P	PF ₄	Ta
0.27·10 ⁻⁴	-	4E+10	-	-	-
0.54·10 ⁻⁴	22.58E+10	8E+10	-	-	-
0.27·10 ⁻³	11.29E+10	4E+11	7.25E+10	2.43E+10	1.17E+10
0.54·10 ⁻³	22.58E+11	8E+11	1.41E+11	4.86E+10	2.35E+10
0.54·10 ⁻²	22.58E+12	-	-	-	-
0.27·10 ⁻¹	11.29E+13	4E+13	0.71E+13	2.43E+12	1.17E+12
0.27	11.29E+14	4E+14	0.71E+14	2.43E+13	1.17E+13
0.54	22.58E+14	8E+14	-	-	-
0.81	33.87E+14	12E+14	-	-	-
2.7	-	-	2.43E+14	2.43E+14	1.17E+14
7.1	-	-	1.65E+16	7.29E+14	3.52E+14
12.5	-	-	3.63E+16	1.22E+15	5.87E+15

Результаты и обсуждение

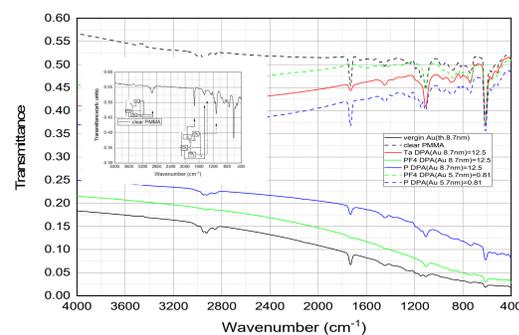
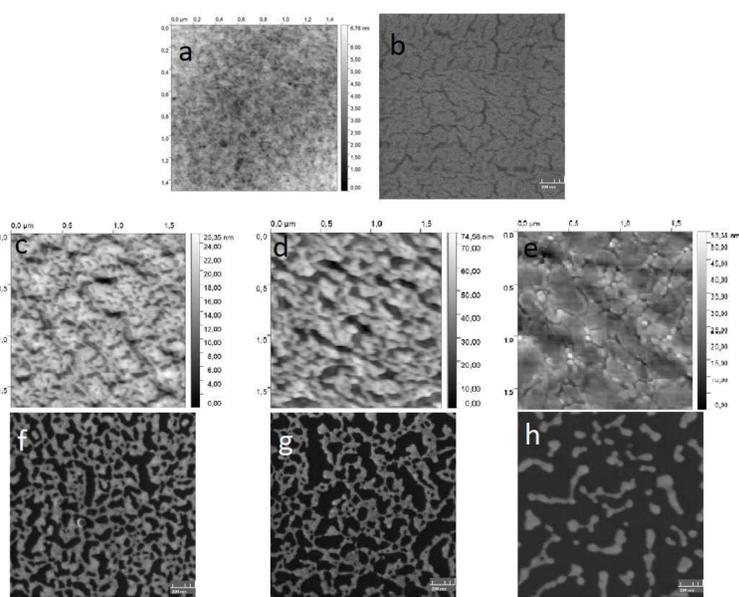


Рис 4 Спектры пропускания в ИК области образцов до облучения (чёрный непрерывный) и нанесения (чёрный пунктир) и после облучения золотого слоя ПММА с функциональными группами.

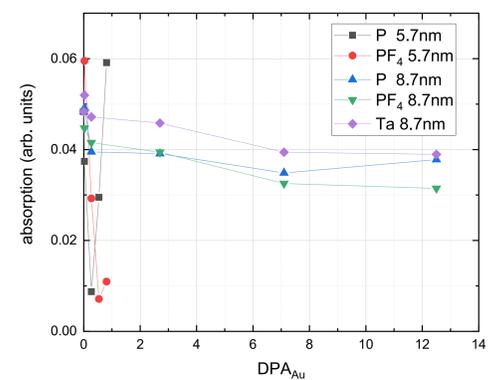


Рис 6 Зависимость величины пика групп -C=O (1725 см⁻¹) поглощения от дозы

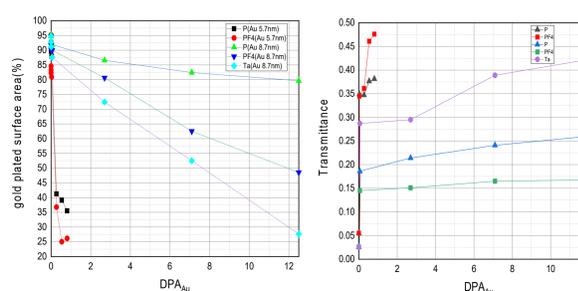


Рис 5 Зависимость площади занятой золотом(слева) и ИК пропускания соответствующее волновому числу 2400 см⁻¹ (справа) от DPA_{Au}

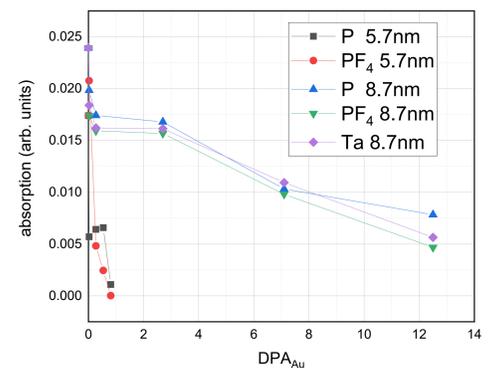


Рис 7 Зависимость величины поглощения пика -CH₂- (2950 см⁻¹) от дозы

Выводы

- Облучение ионами PF₄, P, Та влияет на подложку схожим образом
- Облучение ионами ведёт к разрушению цепочек C-CH₂ и -C=O.
- Образование наночастиц золота на поверхности ПММА происходит в большей степени за счёт ионно стимулированной миграции атомов золота, а не разрушения подложки полимера.
- В процессе формирования наночастиц интенсивность проходящего света в ИК диапазоне увеличивается, что позволяет использовать FTIR как быстрый метод оценки степени формирования наночастиц