

УДК 621.793.18

ИОННО-ЛУЧЕВОЕ РАСПЫЛЕНИЕ МИШЕНИ ИЗ ПОЛИТЕТРАФТОРЭТИЛЕНА

Телеш Е.В., Точеный В.А.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
Минск, Республика Беларусь*

Аннотация. Определено влияние ускоряющего напряжения на аноде U_a , давления и состава рабочего газа на процессы нагрева и ионно-лучевого распыления мишени из политetraфторэтилена. Увеличение U_a и рабочего давления приводило к росту скорости нагрева и достижения максимальной температуры мишени до 480 К за 4–5 минут распыления. Установлено, что через 1–1,5 мин после начала распыления происходит увеличение рабочего давления в камере за счет разложения политetraфторэтилена. Повышение давления приводит к росту тока разряда и снижению напряжения анода до 1,0–1,2 кВ. Добавка фторсодержащего газа C_3F_8 способствовала росту скорости нагрева мишени ~ в 2 раза и достижению за время распыления 4 мин температуры мишени 500 К.

Ключевые слова: ионно-лучевое распыление, политetraфторэтилен, температура мишени, деструкция.

ION-BEAM SPUTTERING OF A POLYTETRAFLUOROETHYLENE TARGET

Telesh E., Tocheny V.

*Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics
Minsk, Belarus*

Abstract. The influence of the accelerating voltage at the anode U_a , the pressure and composition of the working gas on the heating and ion-beam sputtering of a polytetrafluoroethylene target is determined. An increase in U_a and working pressure led to an increase in the heating rate and to a maximum target temperature of up to 480 K in 4–5 minutes of sputtering. It was found that 1–1.5 min after the start of sputtering, the working pressure in the chamber increases due to the decomposition of polytetrafluoroethylene. An increase in pressure leads to an increase in the discharge current and a decrease in the anode voltage to 1.0–1.2 kV. The addition of fluorine-containing gas C_3F_8 promoted an increase in the heating rate of the target by ~ 2 times and reached the target temperature of 500 K in a sputtering time of 4 min.

Key words: ion-beam sputtering, polytetrafluoroethylene, target temperature, destruction.

*Адрес для переписки: Телеш Е.В., ул. П. Бровки, 6, г. Минск 220113, Республика Беларусь
e-mail: etelesh@mail.ru*

Фторированный аморфный углерод (а-С:F). диэлектрическая проницаемость которого составляет около 2,4 является одним из перспективных материалов для межслойных диэлектриков [1]. Фторуглеродные тонкопленочные покрытия могут также использоваться в качестве оптических, гидрофобных, антифрикционных, защитных, химически стойких покрытий. Из всех видов методов формирования покрытий наиболее перспективными являются плазменное распыление и электронно-лучевое испарение полимера поскольку они имеют высокую управляемость технологического процесса [2–3]. При ионном распылении энергия ионного пучка расходуется на физическое распыление и на нагрев поверхностного слоя полимера. Происходит два процесса – чисто физическое распыление и испарение продуктов деструкции, образованных под действием высоких температур на поверхности. Признаки разложения обнаруживаются уже при температуре 473 К. При температурах от 573 до 633 К продуктами разложения являются такие газы, как гексафторэтан и октафторциклобутан. Свыше этой температуры появляется перфторизобутилен и другие продукты пиролиза. Многие из этих продуктов не конденсируются при комнатных

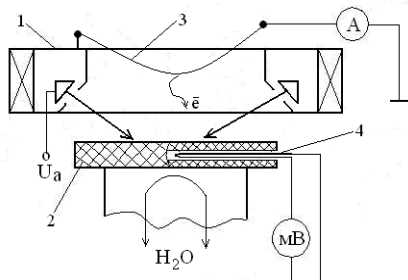
температурах и поэтому существенно меняют состав плазмообразующего газа.

Задачей данных исследований было определение влияния технологических факторов на процессы нагрева и ионно-лучевого распыления мишени из политetraфторэтилена.

Процессы распыления исследовались с применением ионного источника на основе ускорителя с анодным слоем. Диск из политetraфторэтилена (фторопласт-4 ТУ-МХП-197-57) диаметром 70 мм и толщиной 7 мм закреплялся на водоохлаждаемом основании и имел глухое отверстие, в которое помещалась термopара ТХК (рис. 1). В процессе распыления варьировались ускоряющее напряжение на аноде U_a , давление и состав рабочего газа. Ток термоэлектронного катода-компенсатора составлял 14 А.

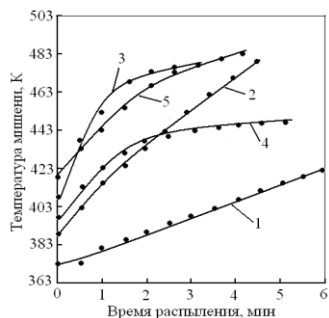
На рис. 2 представлены зависимости температуры полимера от режимов распыления. В качестве рабочего газа использовался аргон. Увеличение U_a и рабочего давления приводило к росту скорости нагрева и достижения максимальной температуры мишени до 480 К за 4–5 минут распыления. Очевидно, на самой поверхности мишени температура будет намного выше. Установлено, что через 1–1,5 мин после начала распыления происходит увеличение рабочего

давления в камере за счет разложения политетрафторэтилена (рис. 3). Повышение давления приводит к росту тока разряда и снижению напряжения анода до 1,0–1,2 кВ (рис. 4).



1 – ионный источник;
2 – диск из политетрафторэтилена;
3 – термоэлектронный катод-компенсатор;
4 – термопара ТХК

Рисунок 1 – Схема проведения экспериментов по ионно-лучевому распылению мишени из политетрафторэтилена

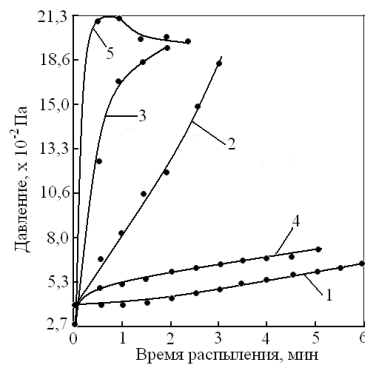


1 – $U_a = 1,5$ кВ, $p = 4 \cdot 10^{-2}$ Па;
2 – $U_a = 2,0$ кВ, $p = 4 \cdot 10^{-2}$ Па;
3 – $U_a = 2,0$ кВ, $p = 5,3 \cdot 10^{-2}$ Па;
4 – $U_a = 2,0$ кВ, $p = 2,66 \cdot 10^{-2}$ Па;
5 – $U_a = 3,0$ кВ, $p = 2,66 \cdot 10^{-2}$ Па

Рисунок 2 – Зависимость температуры мишени от времени распыления

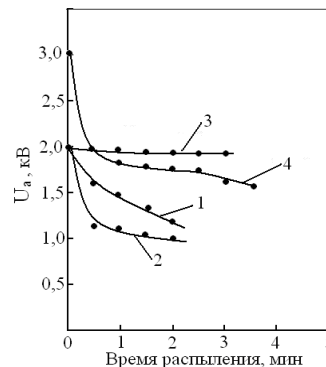
Можно также, инициировав процесс распыления на инертном газе, удалить его постепенно, по мере генерации собственной газовой среды, организовав таким способом самоподдерживающийся процесс распыления. Такие пленки отличаются повышенной чистотой, так как в них отсутствует даже растворенный инертный газ.

Добавка фторсодержащего газа C_3F_8 (хладон-218) способствовала росту скорости нагрева мишени ~ в 2 раза и достижению за время распыления 4 мин температуры мишени 500 К.



1 – $U_a = 1,5$ кВ, $p = 4 \cdot 10^{-2}$ Па;
2 – $U_a = 2,0$ кВ, $p = 4 \cdot 10^{-2}$ Па;
3 – $U_a = 2,0$ кВ, $p = 5,3 \cdot 10^{-2}$ Па;
4 – $U_a = 2,0$ кВ, $p = 2,66 \cdot 10^{-2}$ Па;
5 – $U_a = 3,0$ кВ, $p = 2,66 \cdot 10^{-2}$ Па

Рисунок 3 – Зависимость давления в камере от времени распыления



1 – $U_a = 2,0$ кВ, $p = 4 \cdot 10^{-2}$ Па;
2 – $U_a = 2,0$ кВ, $p = 4 \cdot 10^{-2}$ Па;
3 – $U_a = 2,0$ кВ, $p = 2,66 \cdot 10^{-2}$ Па;
4 – $U_a = 2,0$ кВ, $p = 2,66 \cdot 10^{-2}$ Па

Рисунок 4 – Зависимость напряжения на аноде от времени распыления

Литература

1. Лучников, А. П. Микроструктура и электрофизические свойства фторполимерных пленок для МЭМС и наноэлектроники / А. П. Лучников, П. А. Лучников, А. С. Сигов // Нано- и микросистемная техника. – 2007. – № 12(89). – С. 34–40.
2. Казаченко, В. П. Кинетика электронно-лучевого диспергирования полимеров в вакууме, структура и свойства покрытий, полученных осаждением летучих продуктов. Автореф. канд. дис. – М. : НИИФХИ, 1992.
3. Красовский, А. М. Получение тонких пленок распылением полимеров в вакууме / А. М. Красовский, Е. М. Толстопятков. – Минск, 1989. – 181 с.