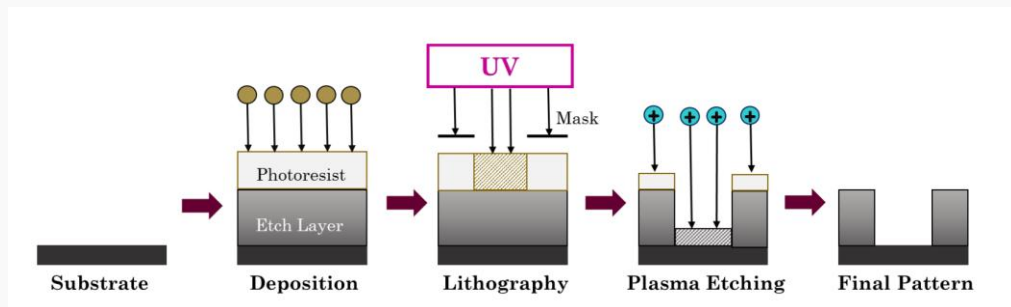


Процессы во фторуглеродной пленке при плазмохимическом травлении

Федоров Павел Александрович
203

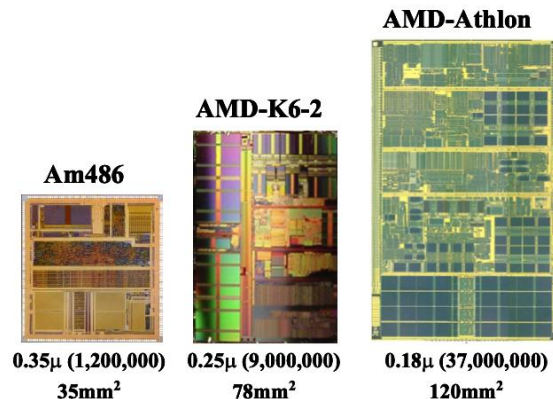
Научный руководитель:
Волошин Дмитрий Григорьевич

Актуальность работы

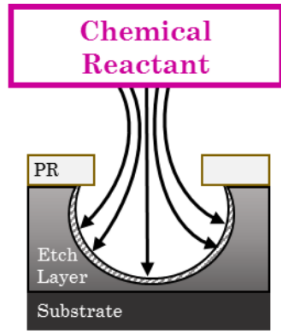


Плазма применяется в:

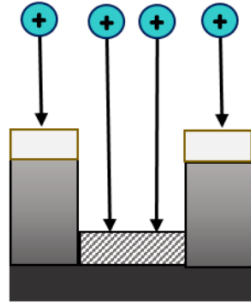
- Распылении
- Плазмохимическом осаждении из газовой фазы (PECVD)
- Травлении
- Чистке/Модификации



Применение плазменного травления



Wet Etching



Plasma Etching

Преимущества:

- Глубокое травление до $<100\text{nm}$
- Высокая скорость травления

Недостатки

- Плохая селективность

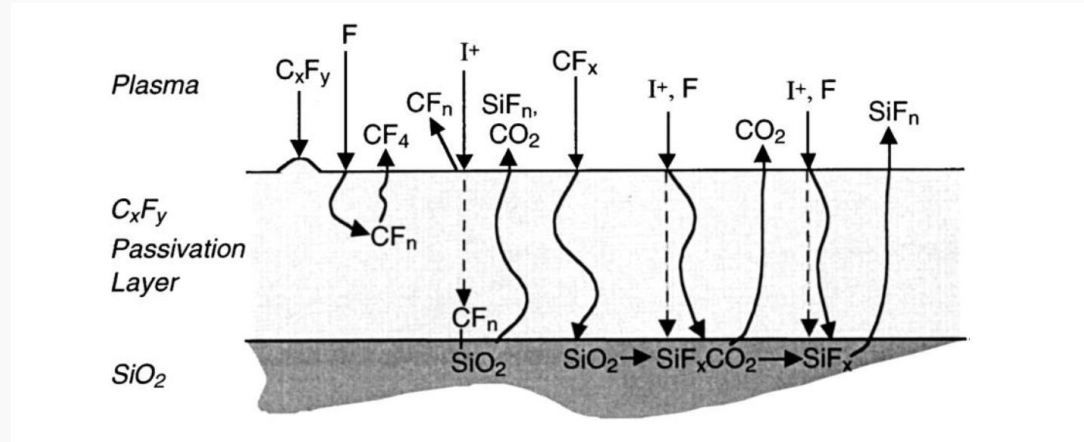
Цель работы: изучение процессов во фторуглеродной пленке

Задачи: анализ научных источников по теме работы

моделирование поверхностных реакций

вывод зависимости коэффициента травления от потока

Обзор публикаций по травлению в Si и SiO_2 во фторуглеродной плазме



Элементарная механистическая модель травления

1. Адсорбция нейтралов

$$j_{\text{ADS}} = s_{\text{F}} j_{\text{F}} (1 - \theta)$$

2. Перемешивание верхних слоев кремния под действием энергичных ионов

$$y_{\text{IE}} = \beta' (1 + b) \theta_{\text{F}}$$

3. Термическое или спонтанное травление

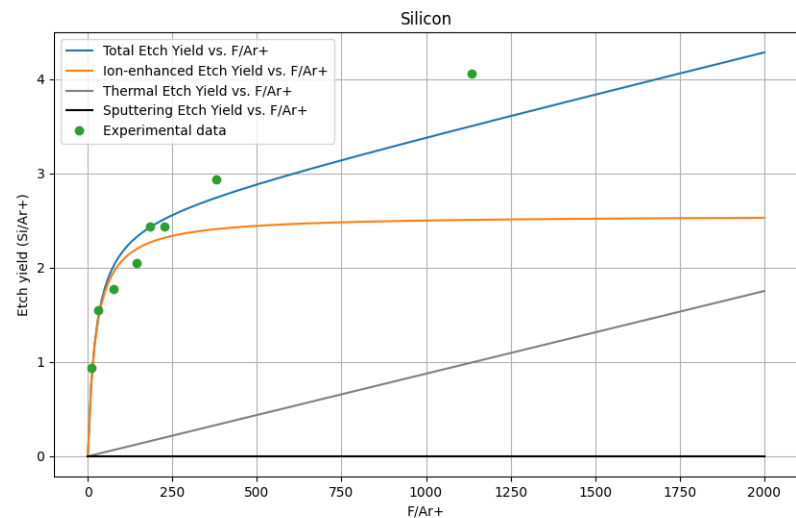
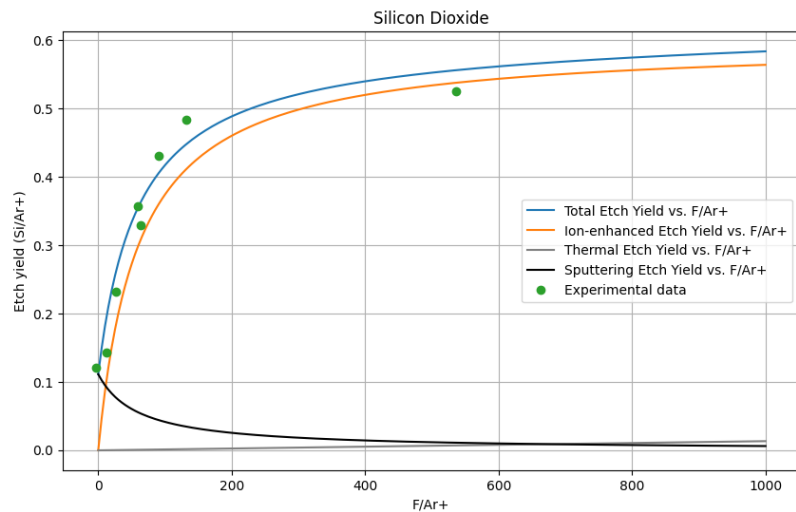
$$y_{\text{TH}} = K(T) R_{\text{F}}, \text{ где } R_{\text{F}} = \frac{j_{\text{F}}}{j_{\text{ION}}} \text{ и}$$

$$K(T) = \frac{K_0 \rho N_{\text{Av}}}{M_{\text{w}}} e^{-E_a/kT}$$

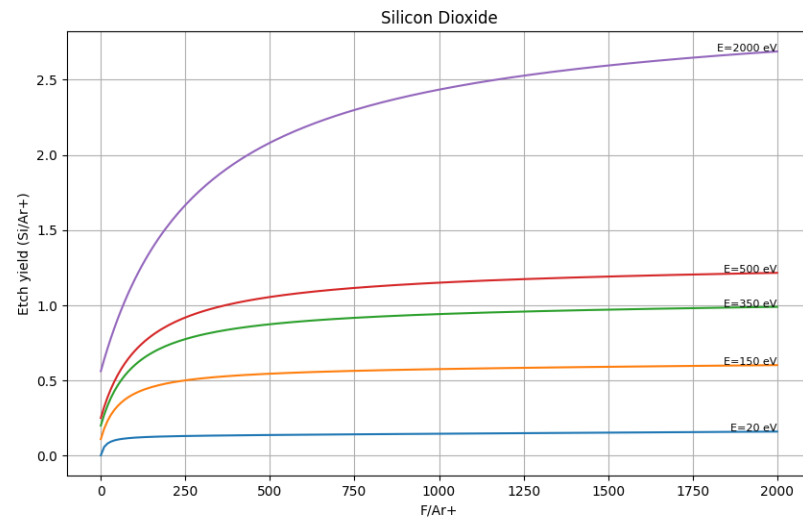
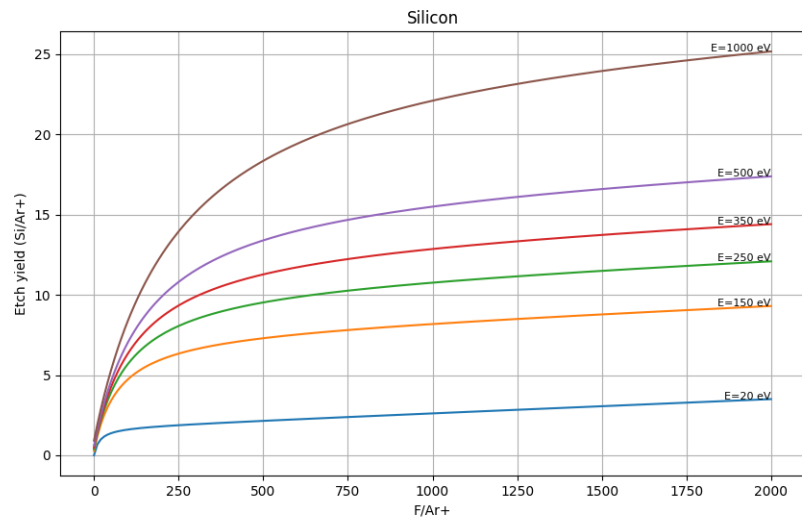
4. Физическое распыление

$$y_{\text{SP}} = A(\sqrt{E} - \sqrt{E_{\text{th}}})$$

Результаты моделирования



Результаты моделирования



	Реакция	Процесс	Поток	Поверхность	Коэффициент реакции	
Физическое распыление						
(1)	$\text{Si}^* E > E_{\text{th}}$	$\rightarrow \text{Si}(g) + \text{Si}^*$	Физическое распыление	j_{ION}	1	Y_{SP}
Реакции с атомами фтора						
(2)	$2 F(p) + \text{Si}^*$	$\rightarrow \text{Si} - \text{F}_2(s)$	F хемосорб	j_F	$1 - \theta_F$	s_F
(3)	$\text{Si} - \text{F}_2(s) + 2 F(p)$	$\rightarrow \text{SiF}_4(g) + 2 \text{Si}^*$	Ионно-стимулированное химическое травление атомами F	j_{ION}	θ_F	β_F'
(4)	$\text{Si} - \text{F}_2(s)$	$\rightarrow \text{SiF}_2(g) + 2 \text{Si}^*$	Ионно-стимулированное химическое распыление	j_{ION}	θ_F	$\beta_F' b$
(5)	$\text{Si} - \text{F}_2(s) + 2 F(p)$ или $2 F(g)$	$\rightarrow \text{SiF}_4(g)$	Спонтанное травление атомами F	j_F	1	$K(T)$

	Реакция	Процесс	Поток	Поверхность ь	Коэффициент реакции	
Физическое распыление						
(1)	$\text{O}_2 - \text{Si}^*$	$\rightarrow \text{Si}(g) + 2\text{O}(g) + \text{O}_2 - \text{Si}^*$	Физическое распыление	j_{ION}	1	Y_{SP}
Реакции с атомами фтора						
(2)	$\text{O}_2 - \text{Si}^*(s) + 2 F(p)$	$\rightarrow \text{O}_2 - \text{Si} - \text{F}_2(s)$	F хемосорб	j_F	$1 - \theta_F$	s_F
(3)	$\text{O}_2 - \text{Si} - \text{F}_2(s) + 2 F(p)$	$\rightarrow \text{Si} - \text{F}_4(g) + \text{O}_2(g) + 2\text{O}_2 - \text{Si}^*$	Ионно-стимулированное химическое травление атомами F	j_{ION}	θ_F	β_F'
(4)	$\text{O}_2 - \text{Si} - \text{F}_2(s)$	$\rightarrow \text{Si} - \text{F}_4(g) + \text{O}_2(g) + 2\text{O}_2 - \text{Si}^*$	Ионно-стимулированное химическое распыление	j_{ION}	θ_F	$\beta_F' b$
(5)	$\text{O}_2 - \text{Si} - \text{F}_2(s) + 2 F(p)$ или $2 F(g)$	$\rightarrow \text{Si} - \text{F}_4(g) + \text{O}_2(g)$	Спонтанное травление атомами F	j_F	1	$K(T)$