

**В.В. Одинокоев, Г.Я. Павлов, В.М. Долгополов,  
П.А. Иракин, В.Э. Немировский**

ОАО «Научно-исследовательский институт точного машиностроения»

## **Оптимизация процесса глубокого анизотропного травления кремния**

*Представлена модификация установки МВУ ТМ Плазма 03 – установка глубокого анизотропного травления кремния МВУ ТМ Плазма 06. Получены предварительные результаты по равномерности, скорости и глубине травления кремния.*

**Ключевые слова:** кремний, bosch-процесс, вакуумная установка, глубокое анизотропное травление, плазма, ICP

Процесс глубокого анизотропного травления кремния в плазме высокочастотного индукционного разряда (который так же называют Bosch-процессом) широко применяется в технологиях создания микроэлектромеханических систем (МЭМС). Процесс является двухстадийным и циклическим. На первой стадии осуществляется быстрое изотропное травление кремния в  $SF_6$  плазме, на второй - осаждение полимерной пленки во фторуглеродной плазме. Затем процесс циклически повторяется. На первой стадии следующего цикла под действием ионной бомбардировки происходит быстрое удаление пассивирующей пленки со дна канавки, с последующим удалением кремния. Пассивирующая пленка, которая высаживается во второй стадии, должна оставаться на боковых стенках канавки для предотвращения бокового травления. Основным достоинством процесса являются высокая скорость и высокая анизотропность травления кремния. Кроме того, варьируя параметрами процесса, можно получить структуры необходимого профиля [1, 2].

Bosch-процесс проводился на установке МВУ ТМ ПЛАЗМА 06, внешний вид которой представлен на рис. 1.



Рисунок 1. Установка глубокого анизотропного травления МВУ ТМ Плазма 06

Разряд зажигается в реакционной камере (диаметром 180 мм и высотой 100 мм) (рис. 2). ИСР источником с помощью ВЧ генератора (частота 13,56 МГц, мощность 1 кВт) через согласующее устройство. Для задания необходимого отрицательного смещения на охлаждаемый электрод-подложкодержатель от отдельного ВЧ генератора (частота 13,56 МГц, мощность 600 Вт) через согласующее устройство подавалось смещение. Высоковакуумная система откачки на базе турбомолекулярного и форвакуумного насосов обеспечивала предельный остаточный вакуум  $1 \cdot 10^{-3}$  Па.

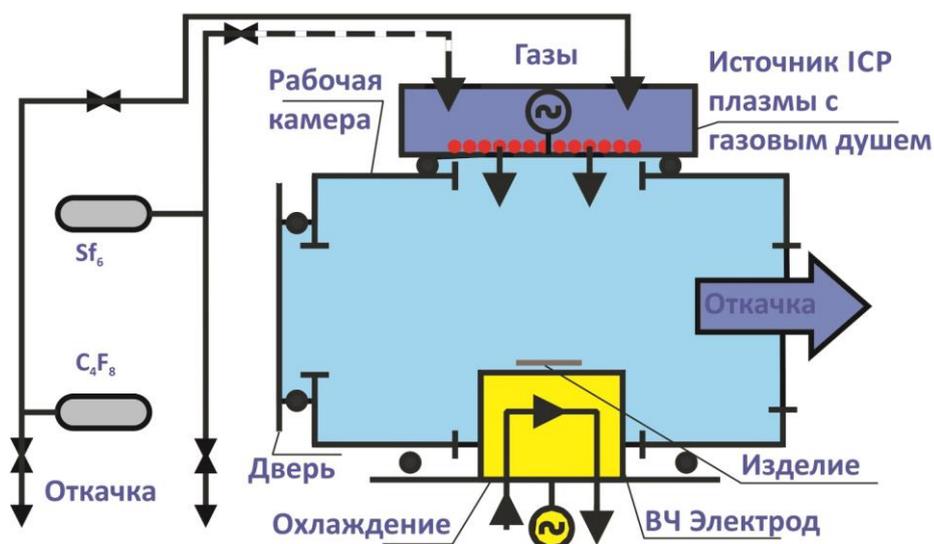


Рисунок 2. Схема реактора установки

Процессы проводились при рабочих давлениях 2-10 Па, ВЧ мощность источника плазмы - 500-700 Вт, ВЧ мощность на электрод-подложкодержатель для создания смещения - 10-30 Вт, суммарный расход газов не превышал 30 л/ч.

Образцы для травления – кремниевые пластины с маской фоторезиста толщиной 2 мкм и подслоем SiO<sub>2</sub>, толщиной 0,6 мкм.

Результаты травления представлены на рис. 3. Количество циклов травления составляло 85 шт., как видно из представленных результатов, неравномерность травления на пластинах диаметром 100 мм не превышала  $\pm 4\%$ , аспектное отношение 1:10. Максимальная глубина канавки - 70 мкм при ширине окна 12 мкм. Скорость травления составляла около 2 мкм/мин. Образцы и метрология предоставлены ОАО «Микрон».

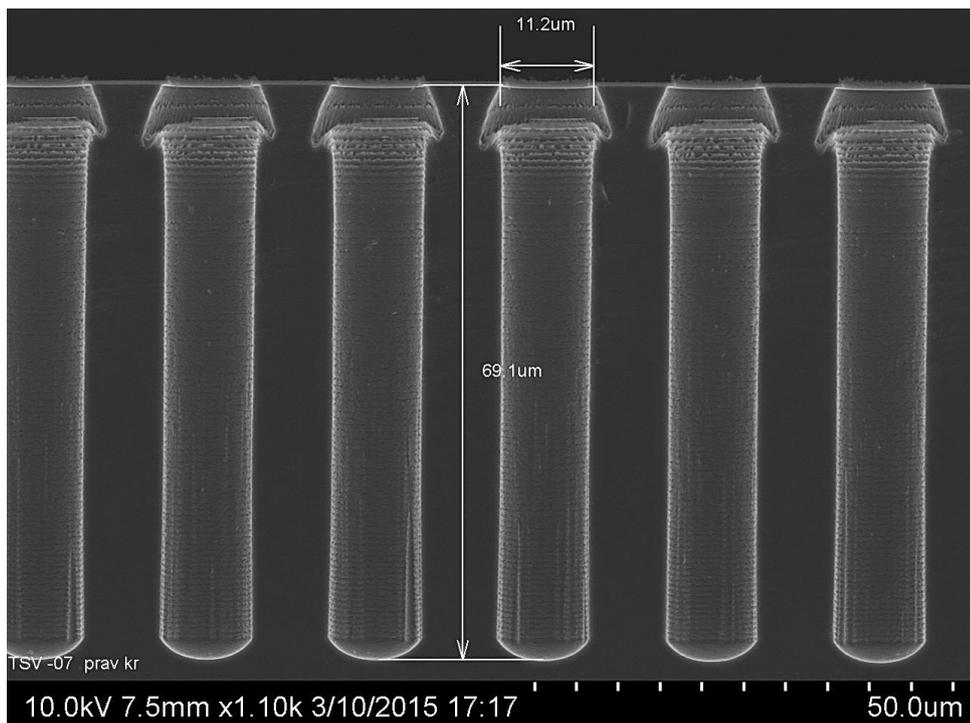


Рисунок 3. Травление кремниевой пластины на глубину 70 мкм

В дальнейшем планируется оптимизация процесса с целью увеличения селективности к маске для увеличения глубины травления и уменьшения апертурного эффекта.

#### Библиографический список

1. Амиров И.И., Морозов О.В., Кальнов В.А., Лукичев В.Ф., Орликовский А.А. Ключевые процессы технологии микросистемной техники: плазмохимические процессы глубокого анизотропного травления кремния, Нанотехнологии и наноматериалы, №4(66) июль-август, стр. 8-13.
2. Reza Abdolvand, Farrokh Ayazi, An advanced reactive ion etching process for very high aspect-ratio sub-micron wide trenches in silicon, Sensors and actuators, A 144 (2008), p. 109-116.