

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ПРИМЕСНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ОБРАЗЦЕ КРЕМНИЯ ВЫСОКОЙ ЧИСТОТЫ, МЕТОДОМ МАСС-СПЕКТРОМЕТРИИ И НЕЙТРОННО-АКТИВАЦИОННОГО АНАЛИЗА

Садиков И. И., Ярматов Б.Х., Усманов Т.М., Салимова Г.К., Ташимова Ф.А.

Лаборатория ядерной аналитики
Институт Ядерной Физики, Академия Наук Республики Узбекистан,
Улугбек, Ташкент, 100214

Использование кремния в производстве интегральных схем, солнечных панелей и других деталей современной техники накладывает жесткие требования к чистоте используемого материала. В настоящее время технология производства высокочистого кремния настолько развита, что концентрация примесей контролируется на уровне 10-8% –10-14% масс. Однако, влияние многих примесных элементов на свойства особо-чистого кремния все еще исследуется. В связи с этим разработка многоэлементных и высокочувствительных методов аналитического контроля чистоты кремния является актуальной задачей.

Нейтронно-активационный анализ (НАА) является одним из таких методов, который позволяет определять более 40 элементов до 10-14% масс. и широко применяется для анализа высокочистых материалов. Метод масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ИСП-МС), позволяющий определять более 50 примесных элементов с пределами обнаружения до 10-12% масс. также широко применяется при анализе кремния высокой чистоты.

Если при НАА кремния высокой чистоты можно применять не деструктивный, инструментальный вариант анализа, то в ИСП-МС для достижения высоких пределов обнаружения необходимо проводить концентрирование примесных элементов. Эти методы обладают уникальными свойствами и их можно рассматривать как методы, дополняющие друг-друга.

Для разложения пробы и одновременного концентрирования примесных элементов использовали двухкамерный автоклав. При растворении пробы в смеси 4 мл HF 0,5 мл HClO₄ и 1.5 мл HNO₃ в температуре 160-180 оС под давлением, кремний в виде SiF₄ переходит в паро-газовую фазу и затем во время охлаждения накапливается во второй камере, а нелетучие примесные элементы остаются в первой камере. Таким образом осуществляется концентрирование примесных элементов. Для изучения поведения примесных элементов, их миграции во время разложения использовали метод радиоактивных индикаторов.

Для проведения ИНАА образец до 5 г облучали в течение 150 ч в вертикальном канале ядерного реактора ВВР-СМ ИЯФ АН РУз с потоком нейтронов 1·10¹⁴ н/см² сек. Через 2 сутки после облучения образец и стандартные материалы распаковывали и измеряли на гамма спектрометре. Через 5; 10 и 20 дней после облучения измеряли еще раз в течение 7200 сек. Для измерения радиоактивности использовали HPGe детектор с относительной эффективностью 20 % и энергетическим разрешением 1,8 кэВ по гамма линии ⁶⁰Со энергией 1332,5 кэВ и цифровым многоканальным анализатором импульсов DSA-1000 (Canberra Industries, Inc., США).

Анализ методом ИСП-МС проводили на масс-спектрометре Agilent 7700S.

Разработаны методики анализа кремния высокой чистоты методами ИНАА и масс-спектрометрии с Индуктивно связанной плазмой, позволяющие определять с ИНАА 43 элемента с ПО 1.10-7 - 3.10-13 % масс. и при ИСП-МС до 50 элементов с ПО от 1.10-8 до 3.10-12 % масс.

Section

Radiation ecology and methods of analysis (Section 3)

Primary author: YARMATOV, Bakhrom

Presenter: YARMATOV, Bakhrom

Track Classification: The V International Scientific Forum “Nuclear Science and Technologies”: Radiation ecology and methods of analysis (Section 3)