

МИКРОМЕХАНИЧЕСКИЙ КАЛИБРОВОЧНЫЙ НАТЕКАТЕЛЬ ГЕЛИЯ ИЗГОТОВЛЕННЫЙ МЕТОДАМИ МИКРОТЕХНОЛОГИЙ.

MICROMECHANICAL CALIBRATED LEAK MADE BY METHODS OF MICROTECHNOLOGIES.

Санкт-Петербург, СПбГТУ, НИЛ «МТ и МЭМС»
Saint-Petersburg State Technical University, R&D Lab "MT&MEMS"

The method of a helium leak fabrication is presented. This instrument is indispensable for calibration of helium leak detectors. There are no analogs in the world.

Технологические процессы различных отраслей производства тесно связаны с вакуумом. В настоящее время процессы в вакууме широко применяются: в электронной технике (разнообразные процессы получения материалов и приборов), в металлургии (плавка и переплавка металлов, диффузионная сварка и т.п.), в машиностроении (нанесения упрочняющих покрытий на режущий металл и т.п.), в оптической промышленности (создания защитных слоев и интерференционных фильтров), в химической промышленности, в медицине и т.д.

В вакуумных установках осуществляются ядерные и термоядерные реакций, а также других процессов. Атомная энергетика немыслима без вакуума.

Одной из проблем связанных с применением вакуума является возникновение негерметичностей (натеканий, течей), которые появляются в результате образования микротрещин в неразборных сварных или паяных вакуумных соединениях, неправильной конструкции или ошибочной сборки разборных фланцевых соединений и микродефектов самого материала.

Для нахождения таких натеканий используются гелиевые течеискатели.

Градуировка и проверка подобных течеискателей производится при помощи калибровочных натекателей. Известно, что сквозь кварц определенной толщины при постоянной температуре проходит определенное количество гелия. Калибровочные натекатели, используемые в настоящее время, производятся с использованием традиционных стеклотрубок технологий. Их недостатками являются плохая воспроизводимость свойств и высокая стоимость изготовления. Этого можно избежать путем создания натекателей методами микротехнологий (МТ).

В НИЛ МТ и МЭМС СПбГТУ разработана технология изготовления микромеханических калибровочных натекателей групповым методом, что значительно упрощает конструкцию и снижает их стоимость.

Характерной особенностью таких натекателей является необходимость создания прочной тонкой мембраны из SiO_2 при значительной площади. Мембрана, толщиной 1 мкм выполнена в виде трех щелей (секторов), с шагом гофра 40 мкм, размер кристалла 4х4 мм. Топология одного из секторов приведена на рис.1. На рис. 2 показана обратная сторона чипа калибровочного натекателя. Использование тонких пленок позволяет получить достаточно большие коэффициенты пропускания, с возможностью уменьшения потока за счет изменения размеров мембраны и применения комбинированных покрытий (например, $\text{SiO}_2 / \text{Si}_3\text{N}_4$).

Технологический маршрут (рис.3) изготовления натекателей состоит из следующих стадий: лицевую поверхность пластины n-Si легируют бором, затем проводят фотолитографию с последующим вытравливанием рельефа. После чего производится окисление с лицевой и анизотропное травление с обратной сторон пластины. Одновременно на одной пластине кремния диаметром 76 мм изготавливается порядка 200 натекателей.

Испытания показали устойчивость мембраны при перепадах давления до 3,5 атмосфер при площади 1 мм² и толщине 1 мкм.

В настоящее время проводятся испытания на пропускание гелия мембран диффузионных натекателей изготовленных в разных режимах.



Fig.1. Topology of one sector of a corrugated membrane



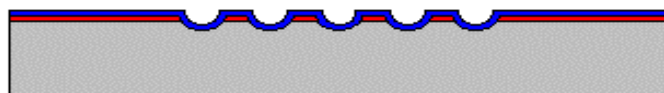
Fig. 2. The return party of the chip calibrated leak



Diffusion of boron in
n-Si



Pickling of a relief



Oxidation



Anisotropic etching

Fig. 3. Technological route of manufacturing calibrating leaks.