МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОВЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ
(МГС)

INTERSTATE COUNCIL FOR STANDARDIZATION, METROLOGY AND CERTIFICATION
(ISC)

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ
СТАНДАРТ

**ГОСТ
8.592—
2009**

Государственная система обеспечения единства измерений

МЕРЫ РЕЛЬЕФНЫЕ НАНОМЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА ИЗ МОНОКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО КРЕМНИЯ

Требования к геометрическим формам, линейным размерам и выбору материала для изготовления

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2019

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

Цели, основные принципы и общие правила проведения работ по межгосударственной стандартизации установлены ГОСТ 1.0 «Межгосударственная система стандартизации. Основные положения» и ГОСТ 1.2 «Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Правила разработки, принятия, обновления и отмены»

Сведения о стандарте

1 РАЗРАБОТАН Открытым акционерным обществом «Научно-исследовательский центр по изучению свойств поверхности и вакуума» (Россия), Федеральным государственным учреждением «Российский научный центр «Курчатовский институт» (Россия) и Государственным образовательным учреждением высшего профессионального образования «Московский физико-технический институт (государственный университет)» (Россия)

2 ВНЕСЕН Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии

3 ПРИНЯТ Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 11 ноября 2009 г. № 36)

За принятие проголосовали:

Краткое наименование страны по МК (ИСО 3166) 004—97	Код страны по МК (ИСО 3166) 004—97	Сокращенное наименование национального органа по стандартизации
Армения	AM	Минторгэкономразвития
Беларусь	BY	Госстандарт Республики Беларусь
Казахстан	KZ	Госстандарт Республики Казахстан
Киргизия	KG	Кыргызстандарт
Молдова	MD	Молдова-Стандарт
Россия	RU	Росстандарт
Таджикистан	TJ	Таджикстандарт
Узбекистан	UZ	Узстандарт
Украина	UA	Госпотребстандарт Украины

4 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 5 апреля 2010 г. № 56-ст

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

6 ПЕРЕИЗДАНИЕ. Декабрь 2019 г.

Информация о введении в действие (прекращении действия) настоящего стандарта и изменений к нему на территории указанных выше государств публикуется в указателях национальных стандартов, издаваемых в этих государствах, а также в сети Интернет на сайтах соответствующих национальных органов по стандартизации.

В случае пересмотра, изменения или отмены настоящего стандарта соответствующая информация будет опубликована на официальном интернет-сайте Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации в каталоге «Межгосударственные стандарты»

© Стандартинформ, оформление, 2010, 2019

В Российской Федерации настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины и определения 2
4 Геометрические формы и линейные размеры элементов рельефа 2
5 Требования к материалу для изготовления рельефной меры 3
Приложение А (справочное) Технологический процесс изготовления рельефной меры с использованием анизотропного травления 4
Библиография 5

Введение

Для проведения линейных измерений в диапазоне от 10^{-9} до 10^{-6} м используют растровые электронные или сканирующие зондовые атомно-силовые микроскопы (далее — микроскопы). Для их поверки и калибровки применяют материальные носители единицы длины (далее — меры), размеры элементов которых определяют, используя стабилизированное по частоте лазерное излучение. Длину волны лазерного излучения поверяют с помощью эталона длины.

На практике в качестве мер применяют рельефные меры нанометрового диапазона (далее — рельефные меры), представляющие собой пластину из монокристаллического кремния, на поверхности которой сформированы элементы рельефа определенной геометрической формы с размерами основных элементов не более 10^{-6} м.

В основе технологического процесса создания рельефных мер лежит использование анизотропного травления монокристаллического кремния: скорость травления в направлении одной из кристаллографических плоскостей в кристаллической структуре кремния в несколько тысяч раз превышает скорость травления в направлении другой кристаллографической плоскости. Угол между кристаллографическими плоскостями определен кристаллической структурой кремния. В результате формируются пространственные геометрические фигуры с известным углом наклона между боковыми стенками и основаниями. Ориентацию рабочей поверхности пластины, на которой формируются элементы рельефа, определяют рентгеновским дифракционным методом по методике, установленной в ГОСТ 19658—81 «Кремний монокристаллический в слитках. Технические условия».

Настоящий стандарт устанавливает требования к геометрическим формам и линейным размерам, а также к выбору материала для изготовления рельефных мер нанометрового диапазона из монокристаллического кремния. Рельефные меры могут быть изготовлены с трапецеидальным профилем элементов рельефа. Методика их поверки установлена в ГОСТ 8.591—2009, а применение для целей поверки микроскопов установлены:

- для растровых электронных микроскопов — в ГОСТ 8.594—2009;
- для сканирующих зондовых атомно-силовых микроскопов — в ГОСТ 8.593—2009.

М Е Ж Г О С У Д А Р С Т В Е Н Н Ы Й С Т А Н Д А Р Т

Государственная система обеспечения единства измерений

МЕРЫ РЕЛЬЕФНЫЕ НАНОМЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА ИЗ МОНОКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО КРЕМНИЯ

Требования к геометрическим формам, линейным размерам и выбору материала для изготовления

State system for ensuring the uniformity of measurements. Single-crystal silicon nanometer range relief measures. Geometrical shapes, linear size and manufacturing material requirements

Дата введения — 2010—11—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает требования к геометрическим формам и линейным размерам, а также к выбору материала для изготовления рельефных мер нанометрового диапазона из монокристаллического кремния (далее — рельефные меры) для диапазона линейных измерений от 10^{-9} до 10^{-6} м.

Настоящий стандарт распространяется на рельефные меры, предназначенные для проведения всех видов поверок растровых электронных микроскопов по ГОСТ 8.594 и сканирующих зондовых атомно-силовых микроскопов по ГОСТ 8.593 при проведении метрологического контроля (надзора), а также на рельефные меры, используемые при калибровке указанных типов микроскопов.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие межгосударственные стандарты:

ГОСТ 8.591 Государственная система обеспечения единства измерений. Меры рельефные нанометрового диапазона с трапецеидальным профилем элементов. Методика поверки

ГОСТ 8.593 Государственная система обеспечения единства измерений. Микроскопы сканирующие зондовые атомно-силовые. Методика поверки

ГОСТ 8.594 Государственная система обеспечения единства измерений. Микроскопы электронные растровые. Методика поверки

ГОСТ 19658 Кремний монокристаллический в слитках. Технические условия

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов и классификаторов на официальном интернет-сайте Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации (www.easc.by) или по указателям национальных стандартов, издаваемым в государствах, указанных в предисловии, или на официальных сайтах соответствующих национальных органов по стандартизации. Если на документ дана недатированная ссылка, то следует использовать документ, действующий на текущий момент, с учетом всех внесенных в него изменений. Если заменен ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, то следует использовать указанную версию этого документа. Если после принятия настоящего стандарта в ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение применяется без учета данного изменения. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

Издание официальное

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по РМГ 29 [1], а также следующие термины с соответствующими определениями.

3.1 **рельеф поверхности (твердого тела):** Поверхность твердого тела, отклонения которой от идеальной плоскости обусловлены естественными причинами или специальной обработкой.

3.2 **элемент рельефа (поверхности):** Пространственно локализованная часть рельефа поверхности.

3.3 **одиночный элемент рельефа (поверхности):** Элемент рельефа, место расположения которого на поверхности исключает влияние других элементов на результат измерения параметров данного элемента.

3.4 **элемент рельефа в форме выступа (выступ):** Элемент рельефа, расположенный выше прилегающих к нему областей.

3.5 **элемент рельефа в форме канавки (канавка):** Элемент рельефа, расположенный между двумя выступами.

3.6 **элемент рельефа в форме ступеньки (ступенька):** Элемент рельефа, образованный двумя параллельными полуплоскостями и плоской стенкой, соединяющей параллельные границы этих полуплоскостей.

3.7 **элемент рельефа в форме линии (линия):** Элемент рельефа, линейная длина которого в направлении, перпендикулярном к плоскости минимального по площади сечения, значительно превышает остальные линейные размеры.

Примечание — Линия может представлять собой как выступ, так и канавку.

3.8 **геометрическая форма элемента рельефа:** Геометрическая фигура, наиболее адекватно аппроксимирующая форму минимального по площади сечения элемента рельефа.

Пример — Трапецеидальный выступ, представляющий собой элемент рельефа поверхности, геометрическая форма минимального по площади сечения которого наиболее адекватно аппроксимируется трапецией.

3.9 **мера (физической) величины:** Средство измерений, предназначенное для воспроизведения и (или) хранения физической величины одного или нескольких заданных размеров, значения которых выражены в установленных единицах и известны с необходимой точностью [1].

3.10 **рельефная мера:** Средство измерений длины, представляющее собой твердый объект, линейные размеры элементов рельефа которого установлены с необходимой точностью.

Примечание — Рельефная мера может быть изготовлена с помощью средств микро- и нанотехнологии или представляет собой специально обработанный объект естественного происхождения.

3.11 **рельефная мера нанометрового диапазона:** Мера, содержащая элементы рельефа, линейный размер хотя бы одного из которых менее 10^{-6} м.

3.12 **шаговая структура (рельефа поверхности):** Совокупность повторяющихся в определенном направлении элементов рельефа одинаковой геометрической формы.

Примечание — Обычно число повторяющихся элементов в шаговых структурах более 5.

3.13 **ширина элемента рельефа поверхности:** Величина отрезка, характеризующая длину верхнего (нижнего) основания геометрического профиля элемента рельефа поверхности.

4 Геометрические формы и линейные размеры элементов рельефа

4.1 На рабочей поверхности пластины область, занятая рельефной мерой, представляет собой квадрат со стороной не более 10 мм.

4.2 Рельеф поверхности рельефной меры представляет собой совокупность одиночных элементов рельефа (выступов, линий, ступенек) и одной или нескольких шаговых структур, вспомогательных линий и маркерных знаков.

Площадь поверхности, занимаемая указанной совокупностью элементов рельефа, — не более 1 $мм^2$.

Схематические изображения наиболее часто используемых элементов рельефа поверхности рельефной меры приведены на рисунке 1.

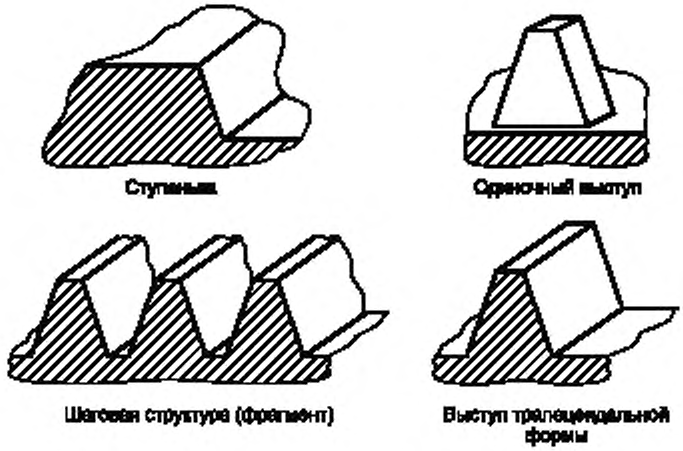


Рисунок 1 — Типовые элементы рельефа рельефной меры

4.3 Конкретную геометрическую форму элементов рельефа рельефной меры выбирают в соответствии с методиками поверки растровых электронных микроскопов по ГОСТ 8.594 и зондовых сканирующих атомно-силовых микроскопов по ГОСТ 8.593.

4.4 Линейные размеры элементов рельефа выбирают из следующих диапазонов значений для:

- ширины линий (верхние основания выступов) — от $5 \cdot 10^{-9}$ до $8 \cdot 10^{-7}$ м;
- высоты элементов рельефа — от $1 \cdot 10^{-7}$ до $8 \cdot 10^{-7}$ м;
- шага периодически повторяющихся структур — от $1 \cdot 10^{-6}$ до $3 \cdot 10^{-6}$ м.

5 Требования к материалу для изготовления рельефной меры

5.1 Рельефную меру изготавливают из пластин монокристаллического кремния марок ЭКЭФ и ЭКДБ с удельным электрическим сопротивлением не менее 1 Ом · м по ГОСТ 19658.

5.2 Рабочая поверхность пластины, на которой формируют элементы рельефа, должна быть параллельна кристаллографической плоскости с индексами Миллер (100). Ориентацию кристаллографической плоскости определяют по ГОСТ 19658. Допускаемое отклонение от параллельности рабочей поверхности и кристаллографической плоскости (100) не должно превышать 1°.

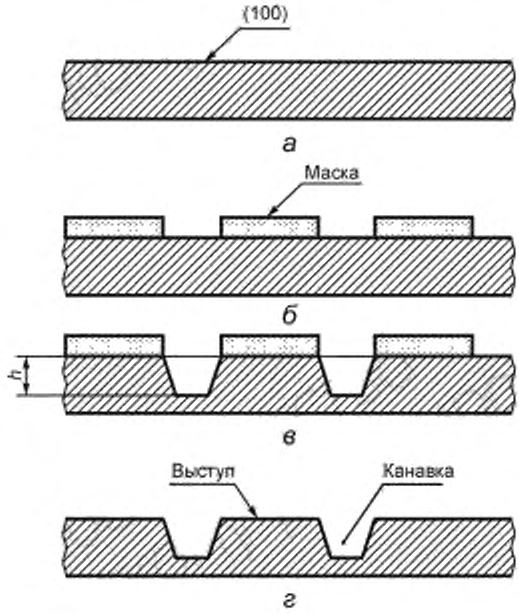
5.3 Для формирования элементов рельефа на поверхности используют метод жидкостного анизотропного травления раствором щелочи. Геометрическую структуру технологической защиты, концентрацию раствора щелочи и продолжительность процесса травления определяют, исходя из размеров элементов рельефа, установленных в требованиях к средствам поверки растровых электронных микроскопов по ГОСТ 8.594 и сканирующих зондовых атомно-силовых микроскопов по ГОСТ 8.593.

Основные этапы технологического процесса изготовления рельефной меры приведены в приложении А.

Приложение А
(справочное)

Технологический процесс изготовления рельефной меры с использованием анизотропного травления

Основные этапы технологического процесса изготовления рельефной меры приведены на рисунке А.1.



а — исходная пластина монокристаллического кремния с ориентацией поверхности (100); *б* — пластина с нанесенной технологической защитой (маской); *в* — пластина после анизотропного травления, *h* — глубина травления, *г* — пластина после удаления технологической защиты с элементами рельефа

Рисунок А.1

Примечание — Поверхности пластин представляют собой кремневую структуру, покрытую диоксидом кремния, образовавшегося в процессе взаимодействия кремния с окружающей средой.

Библиография

[1] РМГ 29—99 Государственная система обеспечения единства измерений. Метрология. Основные термины и определения

УДК 531.711.7.089:006.354 МКС 17.040.01

Ключевые слова: длина, рельефные меры нанометрового диапазона, монокристаллической кремний, размеры, формы, материал, растровые электронные микроскопы, зондовые сканирующие атомно-силовые микроскопы

Редактор *Г.Н. Симонова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *М.С. Кабашова*
Компьютерная верстка *Л.А. Круговой*

Сдано в набор 02.12.2019. Подписано в печать 06.12.2019. Формат 60×84 1/8 Гарнитура Ариал
Усл. печ. л. 1,40. Уч.-изд. л. 0,80.
Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» для комплектования Федерального информационного фонда стандартов, 117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.
www.gostinfo.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru