
Федеральное агентство по техническому регулированию
и метрологии

**НАЦИОНАЛЬНЫЙ
СТАНДАРТ
РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

ГОСТ Р
(ПРОЕКТ,
ПЕРВАЯ
РЕДАКЦИЯ)

**Государственная система обеспечения единства
измерений**

**МЕРЫ РЕЛЬЕФНЫЕ НАНОМЕТРОВОГО
ДИАПАЗОНА**

Общие требования

Настоящий проект стандарта не подлежит применению до его утверждения

ПРЕДИСЛОВИЕ

Сведения о стандарте

1 РАЗРАБОТАН ОАО «Научно-исследовательский центр по исследованию свойств поверхности и вакуума»

2 ВНЕСЕН ТК по стандартизации № 441 «Научоемкие технологии»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от _____ № _____

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты», а текст изменений и поправок – в ежемесячно издаваемых указателях «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ежемесячно издаваемом указателе «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования – на официальном сайте национального органа Российской Федерации по стандартизации в сети Интернет.

© ИПК Издательство стандартов, 200__

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения национального органа Российской Федерации по стандартизации

ГОСТ Р
*(проект, первая
редакция)*

Содержание

1	Область применения.....	1
2	Нормативные ссылки.....	2
3	Термины и определения.....	2
4	Геометрические формы и линейные размеры рельефной меры.....	5
5	Требования к материалу для изготовления рельефной меры.....	6
	Приложение А.....	8
	Библиография.....	9

Введение

Для проведения линейных измерений в диапазоне от 10^{-9} до 10^{-6} м используют растровые электронные или сканирующие зондовые атомно-силовые измерительные микроскопы (далее - микроскопы). Для их поверки и калибровки применяют материальные носители единицы длины (далее – меры), размеры элементов которых определяют с использованием стабилизированного по частоте лазерного излучения. Длина волны лазерного излучения поверяется при помощи эталона длины.

На практике в качестве мер применяют меры рельефные нанометрового диапазона (далее – рельефные меры). Они представляют собой пластину из монокристаллического кремния, на поверхности которой созданы элементы рельефа определенной геометрической формы с характерными размерами не более 10^{-4} м.

В основе технологического процесса создания рельефных мер лежит эффект 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 фигуры травления, представляющие собой пространственные геометрические фигуры с известным углом наклона между боковыми стенками и основаниями. Ориентацию рабочей поверхности пластины, на которой создают элементы рельефа, определяют рентгеновским дифракционным методом по методике, ус-

тановленной в ГОСТ 19658-81.

В соответствии с требованиями настоящего стандарта изготавливаются рельефные меры с трапецеидальным профилем элементов. Методы и средства поверки таких мер установлены в ГОСТ Р , а их применение для поверки микроскопов установлены в:

для растровых электронных микроскопов измерительных –
по ГОСТ Р ;

для сканирующих зондовых атомно-силовых микроскопов измерительных – по ГОСТ Р -.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Государственная система обеспечения единства измерений

МЕРЫ РЕЛЬЕФНЫЕ НАНОМЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА

Общие требования

State system for ensuring the uniformity of measurements.

Nanometer range relief measure.

General requirements

Дата введения _____

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящий стандарт устанавливает общие требования к геометрическим формам, линейным размерам и к выбору материала для изготовления мер рельефных нанометрового диапазона (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 измерительных - по ГОСТ Р _____ и сканирующих зондовых атомно-силовых микроскопов измерительных - по ГОСТ Р _____ в сфере государственного 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 стандарты:

ГОСТ Р Микроскопы сканирующие зондовые атомно-силовые измерительные. Методика поверки

ГОСТ Р Микроскопы электронные растровые измерительные. Методика поверки

ГОСТ 19658-81 Кремний монокристаллический в слитках. Технические условия

Примечание - При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования - на официальном сайте национального органа Российской Федерации по стандартизации в сети Интернет или по ежегодно издаваемому информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим ежемесячно издаваемым информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться замененным (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

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 (рельеф поверхности): Экспериментально наблюдаемая поверхность твердого тела, отклонения которой от идеально плоской поверхности обусловлены естественными причинами или специальной обработкой.

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

3.3 одиночный элемент рельефа поверхности (одиночный элемент рельефа): Элемент рельефа, месторасположение которого на поверхности исключает влияние наличия (отсутствия) других элементов на результат измерения параметров данного элемента.

3.4 геометрический профиль элемента рельефа: Стороны плоской геометрической фигуры, которая наиболее адекватно аппроксимирует форму сечения элемента рельефа плоскостью, перпендикулярной рельефу поверхности.

3.5 элемент рельефа в форме выступа (выступ): Элемент рельефа, расположенной выше, чем прилегающие области.

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

3.7 элемент рельефа в форме ступеньки (ступенька): Элемент рельефа, образованный двумя плоскостями, параллельными друг другу и переходной областью, соединяющей эти плоскости.

3.8 элемент рельефа в форме линии (линия): Элемент рельефа, линейная длина которого в направлении, перпендикулярном плоскости минимального по площади сечения, значительно превышает все другие линейные размеры.

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

3.9 геометрическая форма элемента рельефа: Геометрическая фигура, которая характеризует форму геометрического профиля элемента рельефа.

Примечание - Например, трапецидальный выступ - элемент рельефа поверхности, геометрический профиль которого наиболее адекватно описывается трапецией.

3.10

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

[РМГ 29-99, пункт 6.10]

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

Примечание - Рельефная мера может быть изготовлена искусственно средствами микро- и нанотехнологии или представлять собой специально обработанный объект естественного происхождения.

3.12 мера рельефная нанометрового диапазона: Мера рельефная, содержащая элементы рельефа, линейный размер которых хотя бы по одному из измерений менее 10^{-6} м.

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

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

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

4 ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ФОРМЫ И ЛИНЕЙНЫЕ РАЗМЕРЫ ЭЛЕМЕНТОВ РЕЛЬЕФА РЕЛЬЕФНОЙ МЕРЫ

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 (линий, ступенек) и одной или нескольких шаговых структур, вспомогательных линий и маркерных знаков. Площадь поверхности, занятой указанной совокупностью элементов рельефа не более 1 мм^2 .

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

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

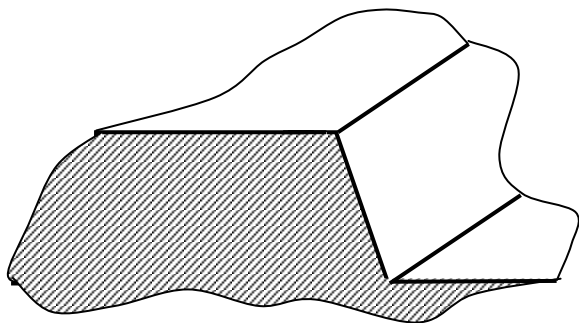
4.4 Линейные размеры элементов рельефа выбирают из диапазона значений величины для:

ширины линий (верхнее основание выступов) - от $3 \cdot 10^{-8}$ м до $5 \cdot 10^{-7}$ м;

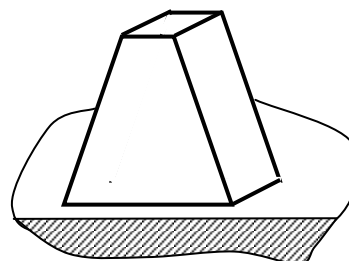
высоты элементов рельефа - от $1 \cdot 10^{-7}$ м до $8 \cdot 10^{-7}$ м;

шага периодически повторяющихся структур – от $1 \cdot 10^{-6}$ м до $3 \cdot 10^{-6}$ м.

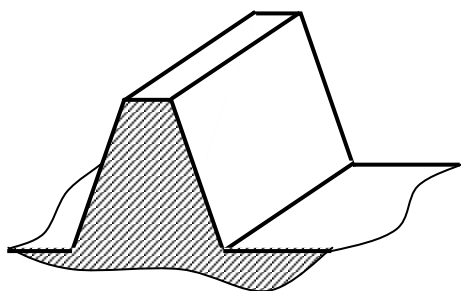
Элемент рельефа - ступенька



Одиночный элемент рельефа - выступ



Элемент рельефа - выступ трапецидальной формы



Шаговая структура (фрагмент)

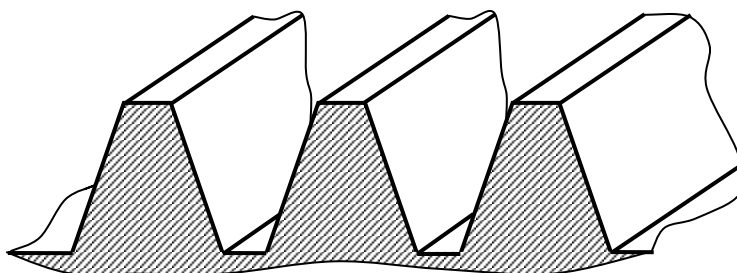


Рисунок 1 – Типовые элементы рельефа рельефной меры

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

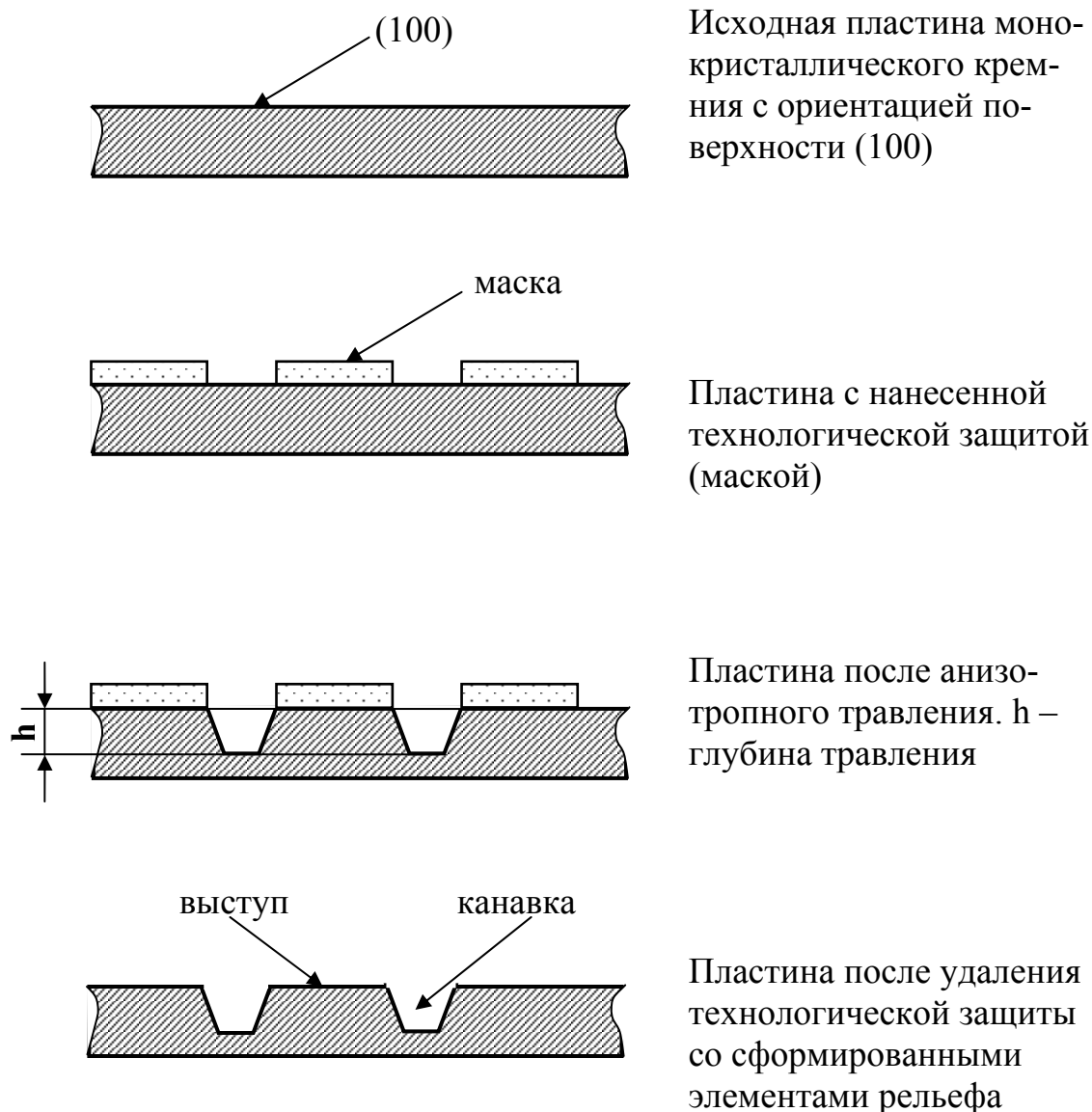
рельефа, должна быть параллельна кристаллографической плоскости с индексами Миллера (100). Ориентацию кристаллографической плоскости определяют по ГОСТ 19658. Допускаемое отклонение от параллельности рабочей поверхности и кристаллографической плоскости (100) не должно превышать 1° .

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 измерительных - по ГОСТ Р и сканирующих зондовых атомно-силовых микроскопов измерительных - по ГОСТ Р .

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

Приложение А
(справочное)

Основные этапы технологического процесса изготовления рельефной меры с использованием анизотропного травления



Библиография

[1] Рекомендации по межгосударственной стандартизации РМГ-29-99

Государственная система обеспечения единства измерений. Метрология. Основные термины и определения

УДК 531.711.7.089

ОКС 17.040.01

Ключевые слова: длина, меры рельефные нанометрового с трапецеидальным профилем элементов, размеры, формы, материал, микроскопы электронные растровые измерительные, микроскопы зондовые сканирующие атомно-силовые измерительные, диапазон измерений от 10^{-9} до 10^{-6} м, методика поверки

Руководитель организации-разработчика,
генеральный директор ОАО «Научно-исследовательский центр по исследованию свойств поверхности и вакуума» (ОАО «НИЦПВ»),
доктор физ.-мат.наук, профессор _____ П.А.Тодуа
« ____ » _____ 200_ г.

Главный метролог ОАО «НИЦПВ» _____ Ю.П.Фролов

Руководитель разработки
гл.научный сотрудник ОАО «НИЦПВ»,
доктор физ.-мат.наук, профессор _____ А.В.Раков

Исполнитель
гл.научный сотрудник ОАО «НИЦПВ»,
доктор физ.-мат.наук, профессор _____ М.Н.Филиппов