ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 8.628— 2007

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
2011

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», а правила применения национальных стандартов Российской Федерации — ГОСТ Р 1.0—2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения»

Сведения о стандарте

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

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 441 «Наукоемкие технологии» Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 21 мая 2007 г. № 96-ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

5 ИЗДАНИЕ (декабрь 2010 г.) с Изменением № 1, утвержденным в ноябре 2010 г. (ИУС 2—2011)

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 Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет

© Стандартинформ, 2007
© СТАНДАРТИНФОРМ, 2011

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 измерительные 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 Р 8.629—2007, а применение для целей поверки микроскопов установлено:

- для растровых электронных микроскопов — в ГОСТ Р 8.631—2007;
- для сканирующих зондовых атомно-силовых микроскопов — в ГОСТ Р 8.630—2007.

(Измененная редакция, Изм. № 1).

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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. Requirements for geometrical shapes, linear sizes and manufacturing material selection

Дата введения — 2008—02—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 Р 8.631 и сканирующих зондовых атомно-силовых микроскопов по ГОСТ Р 8.630 при проведении государственного метрологического контроля (надзора), а также на рельефные меры, используемые при калибровке указанных типов микроскопов.

(Измененная редакция, Изм. № 1).

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ Р 8.629—2007 Государственная система обеспечения единства измерений. Меры рельефные нанометрового диапазона с трапецеидальным профилем элементов. Методика поверки

ГОСТ Р 8.630—2007 Государственная система обеспечения единства измерений. Микроскопы сканирующие зондовые атомно-силовые. Методика поверки

ГОСТ Р 8.631—2007 Государственная система обеспечения единства измерений. Микроскопы электронные растровые. 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 Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии 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 стандарт заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться заменяющим (измененным) стандартом. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

(Измененная редакция, Изм. № 1).

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 результаты 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 узаконенных 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 представлять 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.

(Измененная редакция, Изм. № 1).

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.

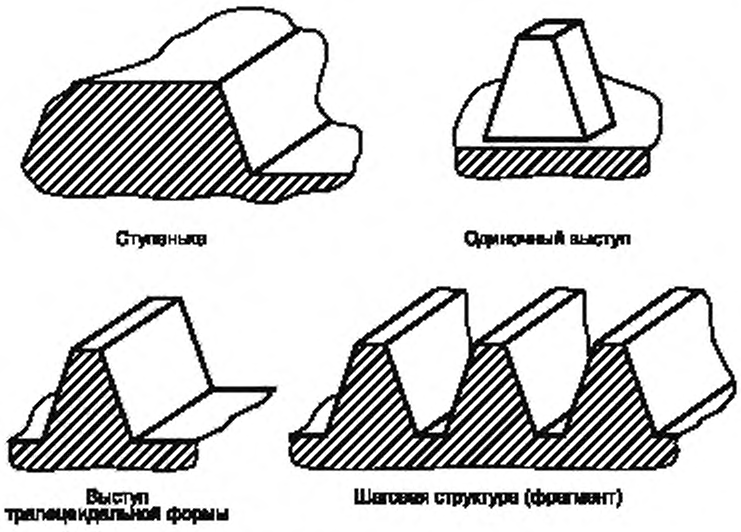


Рисунок 1 — Типовые элементы рельефа рельефной меры

4.3 Конкретную геометрическую форму элементов рельефа рельефной меры выбирают в соответствии с методиками поверки растровых электронных микроскопов по ГОСТ Р 8.631 и зондовых сканирующих атомно-силовых микроскопов по ГОСТ Р 8.630.

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.

4.3, 4.4 **(Измененная редакция, Изм. № 1).**

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 по ГОСТ Р 8.631 и сканирующих зондовых атомно-силовых микроскопов по ГОСТ Р 8.630.

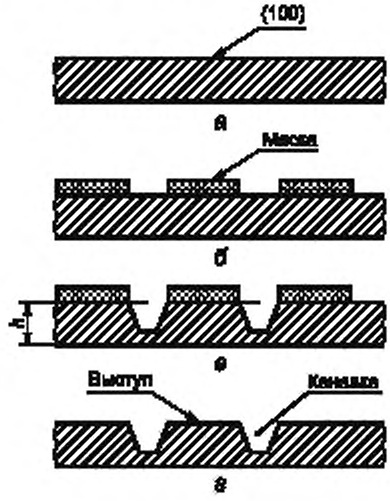
Основные этапы технологического процесса изготовления рельефной меры приведены в приложении А.

(Измененная редакция, Изм. № 1).

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 ОКС 17.040.01 Т88.1

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

Редактор *М.И. Максимова*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *Т.И. Кононенко*
Компьютерная верстка *Л.А. Круговой*

Сдано в набор 31.01.2011. Подписано в печать 10.02.2011. Формат 60 × 84 1/8. Бумага офсетная. Гарнитура Ариал.
Печать офсетная. Усл. печ. л. 1,40. Уч.-изд. л. 0,70. Тираж 81 экз. Зак. 92.

ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123995 Москва, Гранатный пер., 4.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru
Набрано во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» на ПЭВМ.
Отпечатано в филиале ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» — тип. «Московский печатник», 105062 Москва, Лялин пер., 6.

Изменение № 1 ГОСТ Р 8.628—2007 Государственная система обеспечения единства измерений. Меры рельефные нанометрового диапазона из монокристаллического кремния. Требования к геометрическим формам, линейным размерам и выбору материала для изготовления

Утверждено и введено в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 12.11.2010 № 467-ст

Дата введения 2011—04—01

Предисловие. Сведения о стандарте. Пункт 1 дополнить словами: «Федеральное государственное учреждение Российский научный центр «Курчатовский институт», Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский физико-технический институт (государственный университет)»;

последний абзац. После слов «на официальном сайте» исключить слово: «национального».

Введение. Исключить слова: «измерительные», «измерительных» (2 раза);

третий абзац дополнить наименованием ГОСТ 19658—81: «Кремний монокристаллический в слитках. Технические условия».

Раздел 1. Второй абзац. Исключить слово: «измерительных» (2 раза).

Раздел 2. В наименованиях ГОСТ Р 8.630—2007 и ГОСТ Р 8.631—2007 исключить слово: «измерительные».

Пункт 3.1. Термин изложить в новой редакции: **«рельеф поверхности (твердого тела)».**

Пункт 3.2. Термин изложить в новой редакции: **«элемент рельефа (поверхности)».**

Пункт 3.3. Термин изложить в новой редакции: **«одиночный элемент рельефа (поверхности)».**

Пункт 3.9. Термин изложить в новой редакции: **«мера (физической) величины».**

Пункт 3.12. Термин изложить в новой редакции: **«шаговая структура (рельефа поверхности)».**

Пункты 4.3, 5.3. Исключить слово: «измерительных» (4 раза).

Пункт 4.4. Заменить слова: «верхнее основание» на «верхние основания», «от $3 \cdot 10^{-8}$ до $5 \cdot 10^{-7}$ м» на «от $5 \cdot 10^{-9}$ до $8 \cdot 10^{-7}$ м».

Библиографические данные. Ключевые слова. Исключить слово: «измерительные» (2 раза).

(ИУС № 2 2011 г.)

Изменение № 1 ГОСТ Р 8.628—2007 Государственная система обеспечения единства измерений. Меры рельефные нанометрового диапазона из монокристаллического кремния. Требования к геометрическим формам, линейным размерам и выбору материала для изготовления

Утверждено и введено в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 12.11.2010 № 467-ст

Дата введения 2011—04—01

Предисловие. Сведения о стандарте. Пункт 1 дополнить словами: «Федеральное государственное учреждение Российский научный центр «Курчатовский институт», Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский физико-технический институт (государственный университет)»;

последний абзац. После слов «на официальном сайте» исключить слово: «национального».

Введение. Исключить слова: «измерительные», «измерительных» (2 раза);

третий абзац дополнить наименованием ГОСТ 19658—81: «Кремний монокристаллический в слитках. Технические условия».

Раздел 1. Второй абзац. Исключить слово: «измерительных» (2 раза).

Раздел 2. В наименованиях ГОСТ Р 8.630—2007 и ГОСТ Р 8.631—2007 исключить слово: «измерительные».

Пункт 3.1. Термин изложить в новой редакции: **«рельеф поверхности (твердого тела)».**

Пункт 3.2. Термин изложить в новой редакции: **«элемент рельефа (поверхности)».**

Пункт 3.3. Термин изложить в новой редакции: **«одиночный элемент рельефа (поверхности)».**

Пункт 3.9. Термин изложить в новой редакции: **«мера (физической) величины».**

Пункт 3.12. Термин изложить в новой редакции: **«шаговая структура (рельефа поверхности)».**

Пункты 4.3, 5.3. Исключить слово: «измерительных» (4 раза).

Пункт 4.4. Заменить слова: «верхнее основание» на «верхние основания», «от $3 \cdot 10^{-8}$ до $5 \cdot 10^{-7}$ м» на «от $5 \cdot 10^{-9}$ до $8 \cdot 10^{-7}$ м».

Библиографические данные. Ключевые слова. Исключить слово: «измерительные» (2 раза).

(ИУС № 2 2011 г.)

gost.e-ecolog.ru