



Синтетический кристаллический кварц

Свойства и области применения

Синтетический кристаллический кварц выращивается в автоклавах методом гидротермального синтеза на заранее приготовленных и специальным образом ориентированных затравочных пластинах (затравках). Ростовый цикл продолжается около года при строго выдерживаемых и круглосуточно контролируемых температуре порядка 3400С и давлении до 1000атм. Ориентация затравок определяет расположение кристаллографических осей выращиваемого кристалла. В зависимости от требований к качеству материала, выращивание может осуществляться на одной или одновременно на обеих поверхностях затравки.



Кристаллический кварц является анизотропным одноосным кристаллом с тригональной структурой. Кристаллическая структура имеет каркасный тип и построена из кремне-кислородных тетраэдров, расположенных винтообразно (с правым или левым ходом винта) по отношению к главной оси кристалла.

В зависимости от этого различают правые и левые структурно-морфологические формы кристаллов кварца. Отсутствие плоскостей и центра симметрии обуславливает наличие у кристаллического кварца пьезоэлектрических и пирозлектрических свойств.

Материал обладает выраженным двулучепреломлением и высокой объёмной однородностью показателя преломления. Диапазон оптической прозрачности кристаллического кварца достаточно широк и определяется полосой длин волн 0.15 - 4 микрона.

Кристаллический кварц широко применяется в радиотехнике, электронике, оптоэлектронике и приборостроении, используется для создания высокоточных и ответственных оптических компонентов для лазерной, поляризационной и спектральной оптики благодаря следующим отличительным свойствам:

- высокой оптической однородности и внутреннему кристаллографическому совершенству;
- относительно высокой твердости, которая сама по себе обеспечивает хорошую обрабатываемость материала и износостойкость рабочих поверхностей в процессе эксплуатации;
- высокой химической стойкости к воздействию окружающей среды;
- нерастворимостью в воде и других растворителях;
- низкому коэффициенту теплового расширения;
- хорошим диэлектрическим характеристикам, в том числе, в широких частотном и температурном диапазонах и в сильных электрических полях;
- широким диапазоном оптического пропускания;
- устойчивости к действию мощного лазерного (в том числе УФ) излучения.

Отдельно следует сказать, что указанные выше свойства вместе с высоким пропусканием в ГУФ, делают кристаллический кварц уникальным материалом для создания оптических компонент для целого ряда приборов, устройств и сложных систем, работающих в УФ диапазоне. Дополнительно необходимо отметить, что хорошее пропускание материала, начиная со 100 микрон, позволяет использовать его и в ТГц области спектра. Более подробную информацию о данных применениях кристаллического кварца смотрите в следующих разделах: «Оптические компоненты для ГУФ-фотолитографии» и «ТГц материалы».

Физические свойства

Плотность, г/см ³	2.65
Температура плавления, °С	1467
Коэффициент теплопроводности, Вт/(м×К) (Т=25°С)	10.7 (параллельно оси Z) 6.2 (перпендикулярно оси Z)
Коэффициент теплового расширения в диапазоне Т: 0-25°С, °С ⁻¹	7.1 × 10 ⁻⁶ (параллельно оси Z) 13.2 × 10 ⁻⁶ (перпендикулярно оси Z)
Твердость (по Моосу)	7
Удельная теплоемкость, Дж/(кг × К) (Т = 25°С)	710
Диэлектрическая постоянная при 30МГц	4.34 (параллельно оси Z) 4.27 (перпендикулярно оси Z)
Модуль Юнга (Е), ГПа	97.2 (параллельно оси Z) 76.5 (перпендикулярно оси Z)
Модуль сдвига (G), ГПа	31.14
Модуль объемной деформации (K), ГПа	36.4
Химическая стабильность	Нерастворим в воде
Коэффициенты упругости	C11=87 C12=7 C44=58 C13=13 C14=18 C33=106
Модуль разрыва	80 МПа

Зависимость показателя преломления кристаллического кварца от длины волны

λ, микроны	No	Ne	λ, микроны	No	Ne
0.185	1.676	1.690	0.340	1.567	1.577
0.194	1.660	1.673	0.405	1.557	1.567
0.204	1.643	1.656	0.589	1.544	1.553
0.219	1.625	1.637	1.083	1.534	1.543
0.231	1.614	1.626	1.800	1.524	1.532
0.243	1.605	1.617	2.500	1.512	1.520
0.263	1.593	1.604	3.000	1.500	1.507
0.291	1.581	1.591			

Ниже представлены типичные кривые пропускания кристаллического кварца.

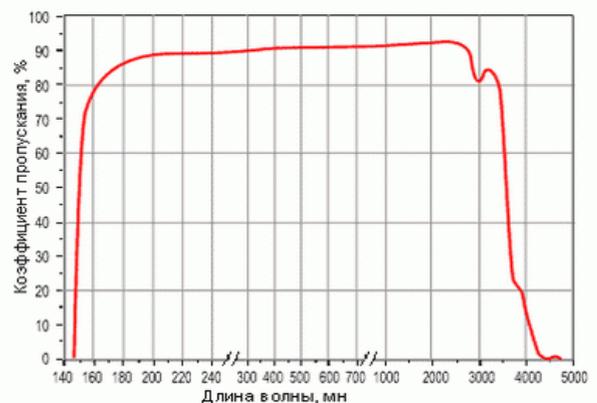


Рис. 1. Пропускание кристаллического кварца в УФ-, видимой- и ИК-области. Толщина образца 8.6мм.



Синтетический кристаллический кварц

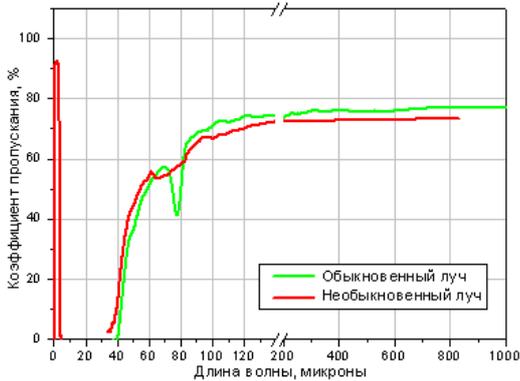


Рис. 2. Пропускание кристаллического кварца в ТГц диапазоне. Толщина образца 1 мм.

ООО «Тидекс» не специализируется на производстве изделий для электроники и рентгеновской техники и, в зависимости от назначения и применения, мы преимущественно выделяем 2 сорта кристаллического кварца, оба из которых используются нами для производства оптических компонентов:

- Кристаллический кварц наилучшей оптической категории;
 - Кристаллический кварц стандартной оптической категории.
- Ниже приведено описание каждой из этих категорий.

Кристаллический кварц наилучшей оптической категории

Кварц данной категории используется для производства силовой лазерной оптики, а также для точной поляризационной оптики как, например, фазовые пластинки и поляризующие вращатели. Для таких приложений наиболее важными параметрами являются однородность показателя преломления, минимальная пузырьность, высокое пропускание в ГУФ области спектра, радиационная и УФ-стойкость, а также поляризационная однородность. Кристаллический кварц данной категории выращивают с минимальной скоростью только на одной поверхности затравки под специальной маской. В качестве направления роста используется ось Z.



Основные параметры качества материала следующие:

- двойники, свили, микропузыри, в том числе и их скопления, включения и трещины не допускаются;
- поляризационная однородность: нет видимого изменения освещенности поля между скрещенными поляризаторами;
- однородность показателя преломления:
 - категория 1 (экстра): $\Delta n < 3 \times 10^{-6}$ (TWD $\leq \lambda / 10$ на каждые 25.4 мм толщины материала);
 - категория 2 (стандартная): $\Delta n < 3 \times 10^{-5}$ (TWD $\leq \lambda$ на каждые 25.4 мм толщины материала);
- количество каналов травления, см^{-2} : типично ≤ 30 ;
- поглощение:
 - класс А: $\alpha \leq 0.01 \text{ см}^{-1}$ на 190 нм, $\alpha \leq 0.03 \text{ см}^{-1}$ на 2800 нм;
 - класс А1: $\alpha \leq 0.025 \text{ см}^{-1}$ на 190 нм, $\alpha \leq 0.045 \text{ см}^{-1}$ на 2800 нм.(данные длины волн контроля выбраны вследствие того, что поглощение в УФ (190 нм) характеризует количество посторонних примесей, а поглощение на 2800 нм - содержание ОН-группы).

Доступные размеры Z-срез кристаллов данной категории качества (право- и лево- вращательная модификация) следующие: $X \geq 100$ мм, $Y \geq 150$ мм и Z до 35 мм.

Кристаллический кварц, обладающий улучшенной УФ-стойкостью и улучшенными параметрами в ГУФ диапазоне, может быть выращен по специальному запросу.

Кристаллический кварц стандартной оптической категории

Кварц данной категории используется для менее критичных приложений, таких как оптические фильтры, окна, призмы, линзы. Обычно такой материал сортируется по величине поглощения на длине волны 3.585 микрона (или по значению добротности Q). Данный материал также выращивают на одной поверхности затравки под специальной маской, но при более высоких скоростях. В качестве направления роста может использоваться и ось Z, и ось X.

Основные параметры качества материала следующие:

- двойники, свили, трещины, микропузыри, в том числе, и их скопления, не допускаются;
- включения, видимые невооруженным взглядом, не допускаются;
- материал классифицируется в зависимости от коэффициента поглощения на длине волны 3.585 микрона следующим образом:
 - класс А: $\alpha \leq 0.05 \text{ см}^{-1}$ на 2800 нм ($Q \geq 2.4 \times 10^6$ на 5 МГц);
 - класс В: $\alpha \leq 0.07 \text{ см}^{-1}$ на 2800 нм ($Q \geq 1.8 \times 10^6$ на 5 МГц);
 - класс С: $\alpha \leq 0.10 \text{ см}^{-1}$ на 2800 нм ($Q \geq 1.5 \times 10^6$ на 5 МГц).

Доступные размеры кристаллов данной категории качества (право- и лево- вращательная модификация):

- для кристаллов, выращенных вдоль оси Z: $X \geq 100$ мм, $Y \geq 150$ мм и Z до 35 мм;
- для кристаллов, выращенных вдоль оси X: X до 30 мм, $Y \geq 100$ мм и $Z \geq 125$ мм.

Обращаем ваше внимание на то, что данная статья приводится здесь для информации. Мы не поставляем кристаллический кварц в «как выросших» блоках, заготовках, равно как и полуфабрикаты, а только готовые компоненты с покрытиями и без них.