

Кремний

Лекция

Кремний

- Содержание кремния в земной коре составляет по разным данным 27,6—29,5 % по массе. 12% земной коры – кремнезем, 75% - силикаты и алюмосиликаты. Находится в связанном состоянии.
- Сильный восстановитель. С кислотами взаимодействует при температуре выше 500 °С с образованием SiO_2 и выделением большого количества тепла. Не растворим в кислотах, в растворах щелочей. Хрупок.

Плотность (при н. у.) 2,33 г/см³ Температура плавления 1688 К

- Основные минералы и горные породы, образуемые диоксидом кремния — это песок (речной и кварцевый), кварц и кварциты, кремний, полевые шпаты.



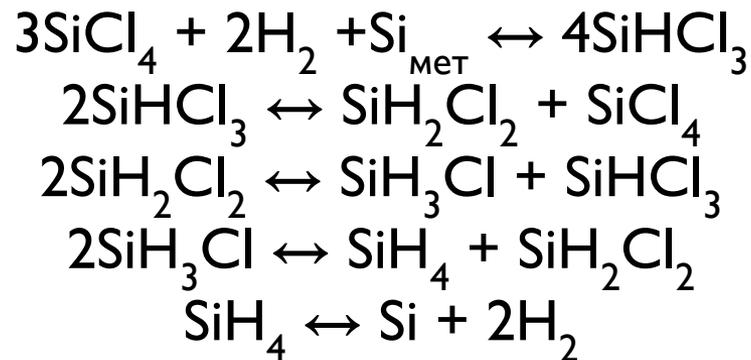
В зависимости от предназначения различают:

- 1. *Кремний электронного качества* (т. н. «электронный кремний») — наиболее качественный кремний с содержанием кремния свыше 99,999 % по весу
- 2. *Кремний солнечного качества* (т. н. «солнечный кремний») — кремний с содержанием кремния свыше 99,99 % по весу
- 3. *Технический кремний* — полученный методом карботермического восстановления из чистого кварцевого песка; содержит 98 % кремния, основная примесь — углерод.
- В промышленности кремний технической чистоты получают, восстанавливая расплав SiO_2 коксом при температуре около 1800 °С в рудотермических печах шахтного типа.



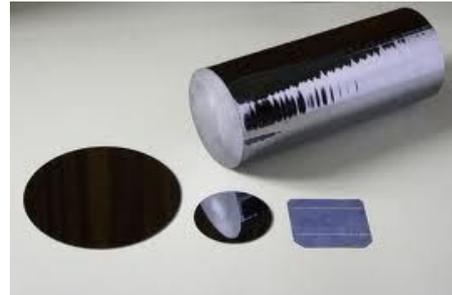
Получение

- ▣ *Поликристаллический кремний («поликремний») — наиболее чистая форма промышленно производимого кремния — полуфабрикат, получаемый очисткой технического кремния хлоридными и фторидными методами и используемый для производства моно- и мульткристаллического кремния.*
- ▣ *Стадии получения поликремния в Сименс-процессе (синтез трихлорсилана методом низкотемпературного каталитического гидрирования четыреххлористого кремния):*



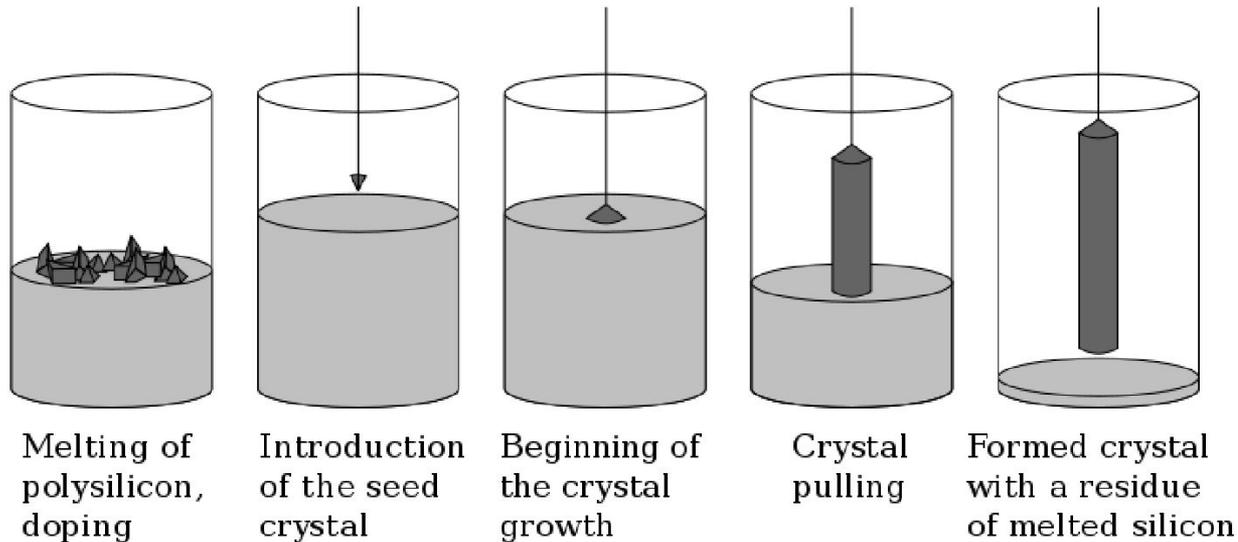
В зависимости от способа перекристаллизации различают:

- 1. кремний монокристаллический
- 2. кремний монокристаллический бестигельный (только электронного качества)
- 3. мультикремний (только солнечного качества)
- 4. профилированные кремниевые кристаллы поликристаллической структуры
- 5. кремниевый скрап
- 6. umg-скрап - металлургический очищенный технический кремний
- 7. Pot-скрап — осколки, обрезки и другие отходы



Получение

- *Кристаллический кремний* — это основная форма, в которой используется кремний при производстве фотоэлектрических преобразователей и твердотельных электронных приборов. Кристаллический кремний производится путём перекристаллизации поликристаллического кремния (например, методом Чохральского).



Применение

▣ *Технический кремний* находит следующие применения:

- сырьё для металлургических производств: компонент сплава (бронзы, силумин); раскислитель (при выплавке чугуна);
- сырьё для производства более чистого поликристаллического кремния и очищенного металлургического кремния (в литературе «umg-Si»);
- сырьё для производства кремнийорганических материалов, силанов;



Силумин — сплав алюминия с кремнием (4-22 % Si, основа — Al)



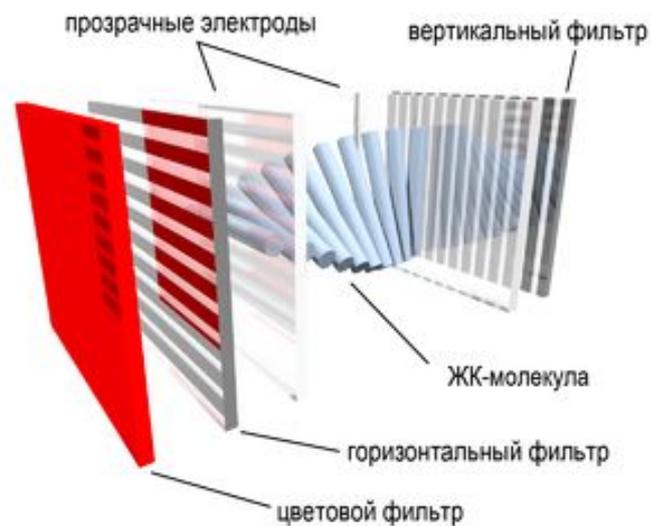
Применение

- ▣ *Сверхчистый кремний* преимущественно используется для производства одиночных электронных приборов и однокристалльных микросхем.
- ▣ *Чистый кремний*, отходы сверхчистого кремния, очищенный металлургический кремний в виде кристаллического кремния являются основным сырьевым материалом для солнечной энергетики.
- ▣ *Монокристаллический кремний* — помимо электроники и солнечной энергетики используется для изготовления зеркал газовых лазеров.



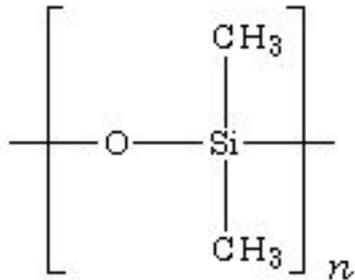
Thin Film Transistor

- ЖК-матрицы бывают пассивные и активные. Отличительной особенностью любой активной матрицы является наличие активных элементов – тонкопленочных транзисторов (TFT), которые управляют яркостью пикселей. Транзисторы сформированы на прозрачной пленке и выполнены либо из аморфного кремния (a-Si), либо из поликристаллического (p-Si). Поликристаллический кремний используется в матрицах с более высоким разрешением.



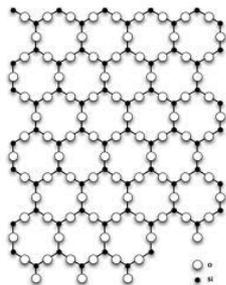
Полиорганосилоксаны и силикаты

- **Силиконы** (полиорганосилоксаны) — кислородосодержащие высокомолекулярные кремнийорганические соединения с химической формулой $[R_2SiO]_n$, где R = органическая группа (метильная, этильная или фенильная).
- Гели кремниевых кислот (**силикагели**) используют как адсорбенты и как отбеливающие материалы. Соли кремниевых кислот называют **силикатами** (силикаты широко распространены в природе).



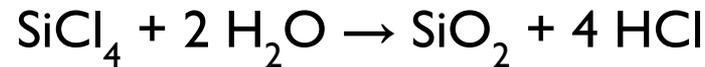
Диоксид кремния

- Оксид кремния(IV), диоксид кремния, кремнезём, SiO_2 — бесцветные кристаллы, $t_{\text{пл}}$ 1713—1728 °С, обладают высокой твёрдостью и прочностью.
- Синтетический диоксид кремния получают нагреванием кремния до температуры 400—500 °С в атмосфере кислорода, при этом кремний окисляется до диоксида SiO_2 .
- Диоксид кремния применяют в производстве стекла ($\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{CaO} \cdot 6\text{SiO}_2$), керамики, абразивов, бетонных изделий, для получения кремния, как наполнитель в производстве резин, при производстве кремнезёмистых огнеупоров, в хроматографии, в радиотехнике, ультразвуковых установках, в зажигалках. Пищевая

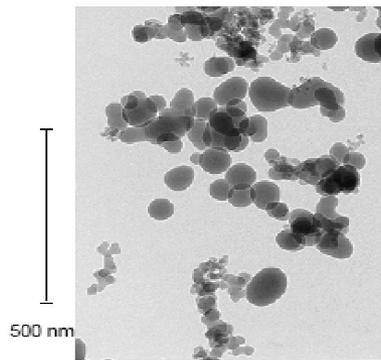


Наноструктурный диоксид кремния

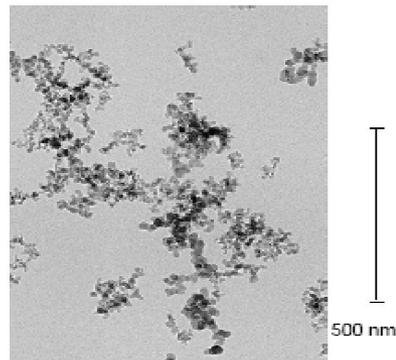
- ▣ **АЭРОСИЛ®** — коллоидный диоксид кремния (SiO_2), очень легкий микронизированный порошок с выраженными адсорбционными свойствами.



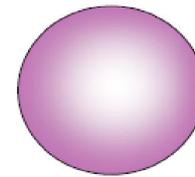
- ▣ **Применение:** двухкомпонентные силиконовые каучуки, силиконовые уплотнители, жидкие силиконовые каучуки, реставрационные работы, изготовление форм, стоматология, автомобильная промышленность, предметы домашнего обихода, спортивные товары, медицина, пищевая промышленность, электроприборы. кабели. изоляторы и др.



AEROSIL® OX 50



AEROSIL® 200



AEROSIL® OX 50
50 м²/г - 40 нм



AEROSIL® 90
90 м²/г - 20 нм



AEROSIL® 130
130 м²/г - 16 нм



AEROSIL® 150
150 м²/г - 14 нм



AEROSIL® 200
200 м²/г - 12 нм



AEROSIL® 300
300 м²/г - 7 нм



AEROSIL® 380
380 м²/г - 7 нм

Карбид кремния

▣ *Карборунд* — бинарное неорганическое химическое соединение кремния с углеродом. Химическая формула SiC. В природе встречается в виде чрезвычайно редкого минерала — муассанита. Является твердым, тугоплавким веществом. Кристаллическая решетка аналогична решетке алмаза. Является полупроводником.

▣ **Получение:**
$$\text{SiO}_2 + 3\text{C} \xrightarrow{1600-2500^\circ\text{C}} \text{SiC} + 2\text{CO}$$

▣ **Применение:**

- Абразивные и режущие инструменты
- Конструкционные материалы
- Автомобильные запчасти
- Электроника
- Электронные приборы
- Элементы ядерного топлива
- Катализатор
- Производство графена

