

менного У т. н. вольт-фарадные характеристики реальных МДП-с. зависят от его частоты.

**Кремниевая МОП-структура.** Наиб. распространена кремниевая МДП-с., в к-рой слоем диэлектрика служит  $\text{SiO}_2$  (МОП-структура, от металл — окисел — полупроводник). Её достоинства — малая концентрация связанных электронных состояний на границе  $\text{Si} - \text{SiO}_2$  ( $10^{10} - 10^{11} \text{ см}^{-2}$ ) и высокая электрическая прочность  $\text{SiO}_2$ , благодаря чему концентрация носителей может достигать  $10^{13} \text{ см}^{-2}$ . Кремниевая МОП-структура является основой М О П - т р а н з и с т о р о в — приборов с зарядовой связью. Она является также объектом физ. исследований благодаря тому, что тонкий приповерхностный инверсионный слой представляет собой квантовую двумерную электронную систему с электрически управляемой энергией Ферми (или концентрацией носителей). На МДП-с. были обнаружены и изучаются такие явления, как андерсоновская локализация, квантовый Холла эффект, отрицат. магнетосопротивление, квантовые осцилляции хим. потенциала и др.

Помимо кремниевой МДП-с. используют и изучают МДП-с. на основе  $\text{Ge}$ ,  $\text{InSb}$ ,  $\text{GaAs}$  и др.

Лит.: З и С., Физика полупроводниковых приборов, пер. с англ., кн. 1—2, М., 1984; Андо Т., Фаулер А., Стерн Ф., Электронные свойства двумерных систем, пер. с англ., М., 1985. В. М. Пудалов.

**МЕГА...** (от греч. mégas — большой; М) — приставка для образования наименования кратной единицы, в  $10^6$  раз большей исходной. Напр., 1 МВт (мегаватт) =  $10^6$  Вт.

**МЕДИАНА ВЪБОРОЧНАЯ** (от лат. mediana — средняя) — среднее значение упорядоченной выборки случайных величин  $x_1 \leq x_2 \leq \dots \leq x_n$ . М. в. равна срединному случайному числу  $M = x_{(n+1)/2}$ , если  $n$  нечётно, и ср. значению двух последоват. срединных чисел  $M = (x_{n/2} + x_{n/2+1})/2$ , если  $n$  чётно. М. в. является устойчивой оценкой центра распределения и часто более предпочтительна, чем ср. значение выборки, особенно при вычислениях вручную. М. в. часто используется в процедурах сглаживания эксперим. данных.

**МЕДЛЕННЫЕ НЕЙТРОНЫ** — нейтроны с кинетич. энергией менее 100 кэВ (см. Нейтронная физика). **МЕДЬ** (лат. Cuprum, Cu, — хим. элемент побочной подгруппы I группы периодич. системы элементов, ат. номер 29, ат. масса 63,546. Природная М. содержит два стабильных изотопа:  $^{63}\text{Cu}$  (69,17%) и  $^{65}\text{Cu}$ . Электронная конфигурация двух внеш. оболочек  $3s^2p^6d^{10}4s^1$ . Энергии последоват. ионизаций соответственно равны 7,726; 20,291; 36,83 эВ. Металлич. радиус 0,123 нм, радиусы ионов  $\text{Cu}^+$  и  $\text{Cu}^{2+}$  соответственно 0,098 и 0,080 нм. Значение электроотрицательности 1,75.

М. — мягкий ковкий металл красного цвета, имеет кубич. гранецентриров. структуру с параметром  $a = 0,36148$  нм. Плотность 8,94 кг/дм<sup>3</sup>,  $t_{\text{пл}} = 1084,5$  °С,  $t_{\text{кип}} = 2540$  °С, теплота плавления 12,97 кДж/моль, теплота испарения 302 кДж/моль. Обладает высокой теплопроводностью, 401,2 Вт/(м·К) (при 300 К), и малым электрич. сопротивлением,  $1,68 \cdot 10^{-2}$  мкОм·м (при 20 °С), уступаая по этим характеристикам только серебру. Температурный коэф. электрич. сопротивления  $4,3 \cdot 10^{-3}$  град<sup>-1</sup>, термич. коэф. линейного расширения  $1,7 \cdot 10^{-5}$  град<sup>-1</sup>. М. диамагнитна. Тв. по Бринеллю 450—1100 МПа, предел прочности при растяжении ок. 200 МПа, модуль нормальной упругости 118 ГПа (300 К), модуль сдвига 42,4 ГПа.

М. химически малоактивна, степени окисления +1 и +2 (наиб. характерна). В присутствии воды и углекислого газа на поверхности М. образуется зелёная плёнка основного карбоната. Соединения М. ядовиты.

Использование М. связано прежде всего с её высокой тепло- и электропроводностью. М. нашла широкое применение в электротехнике, электронике, в разл. токопроводящих устройствах, теплообменниках и т. д. Входит в состав латуни и бронзы. Широкое распростра-

нение получили сплавы, содержащие М.: мельхиор (20—30% Ni), нейзильбер (5 — 35% Ni, 13—45% Zn), константан (40% Ni, 1,5% Mn), копель (43% Ni, 0,5% Mn) и др. Пары М. используют в качестве рабочего вещества в газовых лазерах. Соединения М.  $\text{Cu}_2\text{Se}$  и  $\text{Cu}_2\text{Te}$  входят в состав светочувствит. слоёв солнечных батарей. Из искусственно полученных радионуклидов наиб. значение имеет  $^{64}\text{Cu}$  (электронный захват и  $\beta^+$ -распад,  $T_{1/2} = 12,704$  ч). С. С. Бердонос.

**МЕЖАТОМНОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ** — взаимодействие атомов, находящихся в одинаковых либо в различных энергетич. и зарядовых состояниях. М. в. характеризуется потенциальной энергией (потенциалом взаимодействия)  $V$ , зависящей от взаимного расположения взаимодействующих атомов, в особенности от расстояния  $r$  между их ядрами. При определ. равновесном расстоянии  $r_0$  и не слишком больших кинетич. энергиях свободных атомов в результате М. в. может возникнуть более или менее стабильная хим. связь между атомами, прочность к-рой зависит от вида атомов; её мерой могут служить время жизни молекулы, а также энергия хим. связи.

Наиб. простой случай М. в. — упругое столкновение атомов идеальных газов, к-рое в данной статье рассматриваться не будет (см. Столкновения атомные). В др. случаях М. в. неоднозначно ввиду многообразия условий, в к-рых могут оказаться атомы. Их внутр. энергия может измениться на десятки эВ только за счёт внеш. воздействий, к-рые способны воспринять и сохранить на какое-то время внеш. электронные оболочки атомов; неск. порядков величины занимают диапазон газокинетических и поперечных сечений других, более сложных процессов, различны симметрия и пространств. ориентация электронных плотностей их оболочек. Все эти характеристики атомов непосредственно определяют М. в.

М. в. связано в осн. с эл.-статич. и эл.-магн. силами, действующими между атомами. Количественная квантовая теория М. в. потребовала, кроме того, учёта принципа Паули. Т. о., М. в. определяется взаимным расположением и перемещением взаимодействующих атомов и их фрагментов (электронов или распределённых в пространстве электронных оболочек и самих ядер).

Различают химические (или валентные) и физические (невалентные) М. в. К первым относят ковалентные (или гомополярные, обменные или донорно-акцепторные), ионные (или гетерополярные) и металлические М. в. Ко вторым — ван-дер-ваальсовы М. в., включающие эл.-статич. взаимодействия мультиполей, поляризонные (индукционные и дисперсионные), релятивистские магн. и запаздывающие эл.-магн. М. в. По энергетич. и пространств. характеристикам, промежуточным между валентным и невалентным М. в., является М. в., наз. водородной связью. Хим. связи более чем на порядок сильнее физических (соответственно единицы — десятки эВ и десятые доли — единицы эВ). М. в. возбуждённых атомов может приводить к образованию короткоживущих возбуждённых молекул (эксимерных молекул). Это пример сильной (~5 эВ), но не прочной, вернее не долгой, связи. Такого типа М. в. иногда носят резонансный характер.

Обычно конкретное М. в. включает в себя в разной степени разл. типы М. в., причём относит. вклад каждого М. в. не всегда удаётся установить; это может быть связано с близкими для них зависимостями  $V$  от  $r$ , напр. для неск. видов М. в. на больших расстояниях  $V \sim r^{-6}$ . Нек-рые из физ. М. в. более характерны для межмолекулярных взаимодействий.

**Химические М. в. К о в а л е н т н о е.** М. в. имеет направленный, локализованный и насыщенный характер. При образовании хим. ковалентной связи происходит обобществление и концентрирование пар электронов на молекулярной орбитали, к-рая имеет про-