



ОРГАНИЧЕСКИЕ ПРОВОДНИКИ

ОРГАНИЧЕСКИЕ ПРОВОДНИКИ (синтетические металлы), органические соединения, обладающие низким удельным электрич. сопротивлением

ρ и металлич. типом проводимости (

ρ уменьшается при охлаждении). Электрич. проводимость металлич. типа

наблюдается в органич. кристаллах с достаточно хорошим перекрытием электронных орбиталей (по крайней мере, в двух направлениях). Синтезированы органич.

соединения с

$\rho \approx 10^{-7} - 10^{-8}$ Ом·м при темп-ре

$T \approx 4$ К. Важной задачей является создание О. п., способных конкурировать с обычными металлами, используемыми в электронике и электротехнике.

По структуре существующие О. п. можно разделить на 2 типа – кристаллы с переносом заряда и полимеры. Первые содержат плоские органич. молекулы с сопряжёнными связями. Молекулы играют роль доноров или акцепторов

электронов. Металлич. поведение обнаружено в кристаллах, содержащих молекулы

тетрацианохинодимера

(TCNQ), являющиеся акцепторами, молекулы тетраселенотетрацена

(TSeT), тетраметилтетраселенофульвалена

(TMTSF) или бис-этилен-дитиолотетратиофульвалена

(BEDT – TTF), являющиеся донорами. Перенос заряда осуществляется между этими молекулами и атомами

(K^+ , Rb^+ , Cl^-), группами атомов

(SCN^- , ClO_4^- , PF_6^- , I_3^- , AuI_2^- , ReO_4^-) или плоскими органич. молекулами с сопряжёнными связями (хинодимер

Qn, тетратиофульвален

TTF).

В кристаллах хорошо проводящих солей с переносом заряда плоские молекулы упакованы так, что ионы одного знака образуют стопки, чередующиеся со стопками или цепочками ионов противоположного знака. Орбитали π -электронов сопряжённых связей плоских молекул вытянуты в виде восьмёрки перпендикулярно плоскости молекул. Они обеспечивают достаточно хорошее перекрытие электронных волновых функций соседних молекул в стопке. Поэтому π -электроны плоских молекул делокализованы не только внутри молекулы, но и вдоль стопки. В нейтральном состоянии донорные или акцепторные молекулы содержат чётное число π -электронов, но при образовании кристалла число электронов в их π -оболочке изменяется и зона π -электронов в стопке оказывается заполненной частично. Тем самым реализуются два условия, необходимые для появления металлич. проводимости: частичное заполнение зоны π -электронов и их делокализация.

Однако эти условия не всегда достаточны. Системы с одномерным движением электронов могут переходить в диэлектрическое состояние при охлаждении (см. [Квазиодномерные соединения](#)).

Соли Бекгарда

(TMTSF) X являются промежуточными между квазиодномерными и слоистыми системами (см. [Квазидвумерные соединения](#), [Интеркалаты](#)). В них стопки молекул TMTSF образуют слои, и боковые атомы

Se этих молекул обеспечивают перекрытие электронных волновых функций соседних цепочек в слое вследствие их сближения на расстояния, меньшие ван-дер-ваальсовых. При

$T = 300$ К проводимость вдоль стопок катионов

(TMTSF), напр., в кристаллах

(TMTSF) ClO₂ примерно в 25 раз выше, чем поперёк стопок в слое катионов, и в 500 раз выше, чем поперёк слоя катионов.

Проводящие полимеры на основе углеводородов (напр., полиацетилен, политиофен)

имеют сопряжённые связи вдоль всей своей длины, которые обеспечивают делокализацию

π -электронов вдоль полимерной молекулы. В простейшей молекуле этого типа – полиацетилене

$(\text{CH})_x$ длина цепи сопряжения

x достигает нескольких сотен нм. Полимерные молекулы собраны в волокна диаметром 2000 нм. Взаимодействие нитей в волокне слабое, и движение электронов имеет одномерный характер. Поэтому металлич. состояние с эквидистантными расстояниями между атомами С неустойчиво относительно переходов Пайерлса с удвоением периода (димеризации). В результате димеризации, а также кулоновского отталкивания в энергетич. спектре электронов появляется щель шириной 1,8 эВ.

Поэтому чистый полиацетилен – диэлектрик. Легирование полиацетилена атомами К, Na, Br, I, группами атомов типа AsF_5 либо органич. донорами или акцепторами приводит к появлению металлич. проводимости соединений

$(\text{CHX})_x$; при

$y < 0,06$ их

ρ достигает значений 10^{-5} - 10^{-6} Ом·м при

$T = 300$ К.

Проводящие полимеры находят применение в качестве антистатических материалов, а также в дисплеях и аккумуляторах.

Литература

Лит.: Горьков Л. П. Физические явления в новых органических проводниках // Успехи физических наук. 1984. Т. 144. Вып. 3; Буздин А. И., Булаевский Л. Н. Органические сверхпроводники // Там же.