

ком, обусловленным переносом только тех носителей, к-рые образовались непосредственно под действием света.

**Основные параметры и характеристики фототранзистора:** интегральная чувствительность (отношение фототока к падающему световому потоку); у Ф., изготовленных по диффузионной планарной технологии, она достигает 10 А/лм; спектральная характеристика (зависимость чувствительности к монохроматич. излучению от длины волны этого излучения), позволяющая, в частности, установить ДВ-границу применимости Ф.; эта граница (в случае собств. поглощения зависящая прежде всего от ширины запрещенной зоны полупроводникового материала) для германиевого Ф. составляет 1,7 мкм, кремниевого — 1,1 мкм; постоянная времени (характеризующая инерционность Ф.) не превышает неск. мкс; темновой ток (ток через Ф. при отсутствии излучения) не превышает десятков нА. Кроме того, Ф. характеризуется коэффициентом усиления первоначального тока, достигающим  $10^2$ — $10^3$ .

Высокие надёжность, чувствительность и временная стабильность параметров Ф., а также малые размеры и относит. простота конструкции позволяют широко использовать Ф. в системах контроля и автоматики в качестве датчиков освещённости и элементов гальванич. развязки. (См. также *Транзистор биполярный, Полупроводниковые материалы*.)

Лит.: Агаханян Т. М., Основы транзисторной электроники, М., 1974; Тиге У., Шенк К., Полупроводниковая схемотехника, пер. с нем., М., 1982. Ю. А. Кузнецов.

**ФОТОУПРУГОСТЬ** (пьезооптический эффект, упругооптический эффект)—изменение показателя преломления (или ориентации Френеля эллипсоида) кристалла под действием механич. напряжения. Ф. описывается тензором 4-го ранга и в общем случае характеризуется 36 компонентами. Ф. наблюдается не только в кристаллах, но и в изотропных телах. Фотоупругие материалы (стёкла, полимеры, кристаллы) используются при моделировании распределения механич. напряжений в деталях сложной формы, а также для модуляции частоты излучения лазера с помощью различных акустооптич. устройств. Эффективными фотоупругими материалами являются халькогенидные стёкла и кристаллы  $\alpha$ - $\text{HfO}_3$ ,  $\text{PbMoO}_4$ ,  $\text{TeO}_2$ . Ф. возникает за счёт внутр. деформации среды.

Лит. см. при ст. *Пьезооптический эффект*. Н. Р. Иванов.

**ФОТОХРОМИЗМ** (от греч.  $\text{phōs}$ , род. падеж  $\text{phōtós}$  — свет и  $\text{chrōma}$  — цвет)—способность вещества под действием оптич. излучения обратимо изменять спектр поглощения в видимой области, что проявляется в изменении окраски или возникновении окраски прозрачного ранее вещества. Мн. вещества меняют цвет также под действием рентг. или СВЧ-излучения. Фотохромные изменения веществ могут сопровождаться изменением др. свойств, напр. растворимости, электропроводности, показателя преломления и др.

При фотохромном процессе вещество, поглощая оптич. излучение, переходит из исходного состояния  $A$  в фотоиндуцированное  $B$ , характеризующее др. спектром поглощения и определ. временем жизни. Обратный переход вещества из фотоиндуцированного состояния в исходное происходит самопроизвольно за счёт внутр. энергии и может значительно ускоряться при нагревании или под действием излучения, поглощаемого веществом в состоянии  $B$ . Время перехода в фотоиндуцированное состояние  $B$  определяется длительностью фотопроцессов и может быть менее  $\approx 10^{-8}$  с, остаётся в этом состоянии вещество от  $10^{-6}$  с до неск. месяцев. Существуют также вещества, меняющие цвет под действием оптич. излучения необратимо (см. *Фотохромные материалы*).

Ф. присущ большому числу органич. и неорганич. веществ. Различают Ф., обусловленный хим. и физ. действием света. Хим. Ф. органич. веществ обусловлен внутри- и межмолекулярными обратимыми фотохим. реакциями, к-рые сопровождаются либо перестройкой валентных связей (напр., при диссоциации), либо изменением конфигурации молекул (т. н. цис-транс-изомерия, см. *Изомерия молекул*). Хим. Ф. неорганич. веществ обусловлен обратимыми

процессами фотопереноса электронов, приводящими к изменению валентности ионов металлов, возникновению центров окраски разл. типа, а также обратимыми реакциями фотодиссоциации и др.

Физ. Ф. ряда органич. веществ обусловлен поглощением света при переходе атомов или молекул из основного синглетного в возбуждённые синглетные или триплетные состояния. Изменение окраски в этом случае связано с изменением заселённости электронных уровней. Такой Ф. наблюдается при воздействии на вещество только мощных световых потоков. При высоких интенсивностях лазерного излучения проявляется т. н. многофотонный Ф., когда фотохромные превращения вещества происходят под действием света с частотой, гораздо меньшей частоты самого низкоэнергетич. электронного перехода. При этом сумма энергий квантов, участвующих в едином акте взаимодействия света с веществом, должна быть равна или больше разности уровней энергии, между к-рыми происходит электронный переход (см. *Многофотонные процессы*). Процесс двухфотонного Ф. наблюдался в жидких и твёрдых растворах спиропиранов и в поликристаллич. порошках замещённого салицилиденанилина.

На основе органич. и неорганич. фотохромных веществ разработаны *фотохромные материалы*, широко используемые в науке и технике.

Лит.: Барачевский В. А., Лашков Г. И., Цехомский В. А., Фотохромизм и его применение, М. 1977.

В. А. Барачевский.

**ФОТОХРОМНЫЕ МАТЕРИАЛЫ** — материалы, в к-рых используется явление *фотохромизма* органич. и неорганич. веществ, применяемые для регистрации, хранения, обработки и передачи оптич. информации и для модуляции оптич. излучения.

Стимулом разработки Ф. м. послужили высказанные в 1956 идеи их использования при создании оптич. памяти вычислит. машин и средств защиты глаз от солнечного света и излучения ядерного взрыва. С развитием лазерной техники повысился интерес к фотохромным средам для регистрации и обработки оптич. информации. Выявление новых свойств Ф. м., сопутствующих фотохромным превращениям, напр. изменение показателя преломления, расширило возможности области их применения (напр., для модуляции излучения).

В зависимости от области использования Ф. м. изготавливают в виде жидких растворов, полимерных плёнок, тонких аморфных и поликристаллич. слоёв на гибкой или жёсткой подложке, полимолекулярных слоёв, силикатных и полимерных стёкол, монокристаллов.

Применение Ф. м. основано на их светочувствительности, на появлении или изменении окраски непосредственно под действием излучения, на обратимости происходящих в них фотофиз. и фотохим. процессов, на различии термич., хим. и физ. свойств исходной и фотоиндуцированной форм фотохромных веществ.

Обладая уникальной способностью автоматич. изменения светопропускания в зависимости от интенсивности активирующего излучения, Ф. м. оказались пригодными для создания светозащитных устройств с переменным светопропусканием. Наиб. практич. использование получили фотохромные силикатные стёкла, содержащие микрокристаллы галогенидов серебра ( $\text{AgBr}$ ,  $\text{AgCl}$  и др.). благодаря почти неограниченной цикличности процесса фотоиндуцированного окрашивания — спонтанного обесцвечивания в темноте. В модуляторах оптич. излучения, в т. ч. лазерного, всё большее применение находят органич. полимерные стёкла и плёнки на основе светочувствит. соединений, проявляющих физ. фотохромизм (фотоиндуцированное триплет-триплетное поглощение и синглет-синглетное просветление).

На основе органич. фотохромных соединений, испытывающих обратимые фотохим. превращения (спирооксазины, дитизонаты металлов, фульгиды и др.), создаются солнцезащитные очки массового спроса.

Использование Ф. м. в качестве светочувствит. регистрирующих сред основано на их высокой разрешающей