

ковки для создания бегущих строк и экранов большой площади, устройства дистанц. управления бытовой и промышленной радиоаппаратурой на основе С. ИК-диапазона, излучатели для ВОЛС, для медицинских приборов, для газоанализа и влагометрии, линейки С. для копировальных и считывающих устройств персональных компьютеров, анализаторов изображения, оптопары и разобитенные оптрны в автоматике, устройства бесконтактного измерения углов между поверхностями, угл. перемещений и угл. скоростей, параметров вибрации, ухода гидророботов и т. п.

Лит.: Берг А., Дин П., Светодиоды, пер. с англ., М., 1979; Коган Л. М., Полупроводниковые светоизлучающие диоды, М., 1983; Ishinatsu S., Okuno Y., High efficiency GaAlAs, LED, «Optoelectronics — Devices and Technol.», 1989, v. 4, № 1, p. 21; Коган Л. М. и др., Новые светоизлучающие диоды, «Электрон. промышленность», 1990, № 9, с. 22.

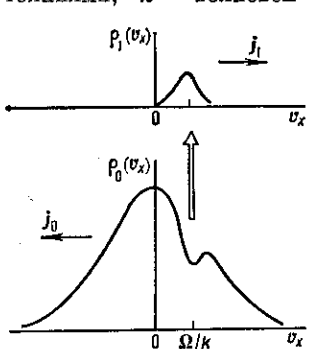
СВЕТОИНДУЦИРОВАННЫЙ ДРЕЙФ газов и газоподобных сред — относ. движение (дрейф) компонентов газовой смеси, возникающее при резонансном взаимодействии излучения с одним из компонентов смеси. С. д. обусловлен селективным по скоростям возбуждением резонансно поглощающих излучение частиц и различием транспортных характеристик возбуждённых и невозбуждённых частиц при их столкновениях с др. компонентами смеси [1].

Впервые С. д. атомов наблюдался в 1979 [2], молекул — в 1981 [3]. С. д. возможен и в средах, подобных газовым, напр. для электронов проводимости в твёрдых телах [4; 5] (экспериментально зарегистрирован в 1983 [6]).

Физ. основу С. д. легко пояснить на примере простейшей модели двухуровневых частиц, резонансно поглощающих излучение бегущей монохроматич. волны и находящихся в среде буферного (не взаимодействующего с излучением) газа. С учётом доплеровского уширения с излучением взаимодействуют только те частицы поглощающего газового компонента, скорости к-рых v находятся в окрестности «резонансного» значения, определяемого соотношением:

$$\Omega \equiv \omega - \omega_{10} = kv, \quad (1)$$

где ω — частота излучения, ω_{10} — частота резонансного перехода между основным (0) и возбуждённым (1) состояниями, k — волновой вектор излучения.



Распределение заселённости по скоростям при селективном оптическом возбуждении; j_0, j_1 — встречные парциальные потоки.

специфич. для С. д. условиях). В первоначально равновесном (максвелловском) распределении $\rho_0(v_x)$ излучение создаёт «провал» в окрестности резонансной скорости $v_x = \Omega/k$, образуя неравновесное распределение $\rho_1(v_x)$ возбуждённых частиц при тех же значениях v_x . Неравновесным распределениям $\rho_1(v_x)$ и $\rho_0(v_x)$ соответствуют отличные от нуля встречные парциальные потоки частиц:

$$j_{1,0} = \frac{k}{k} \int v_x \rho_{1,0}(v_x) dv_x. \quad (2)$$

Т. о., излучение способно индуцировать встречные парциальные потоки возбуждённых и невозбуждённых частиц. В отсутствие столкновений с буферным газом суммарное распределение по скоростям $\rho_0(v_x) + \rho_1(v_x)$ остаётся максвелловским. При этом потоки j_1 и j_0 полностью компенсируют друг друга, так что газ поглощающих частиц как целое покоится.

Ситуация радикально меняется, как только начинают проявляться столкновения поглощающих частиц с частицами буферного газа. Порождённые излучением встречные потоки j_0 и j_1 испытывают торможение в буферном газе. Силы торможения (внутр. трения) $F_{1,0}$ направлены против потоков и пропорциональны им:

$$F_{1,0} = -m v_{1,0} j_{1,0}, \quad (3)$$

где m — масса стилионы, $v_{1,0}$ — газокинетич. (транспортные) частоты столкновений. В общем случае транспортные характеристики для разных внутр. состояний частицы (основного и возбуждённого) различаются, поэтому $v_1 \neq v_0$. Вследствие этого различаются и силы торможения потоков j_0 и j_1 , изначально одинаковых по величине. Поэтому становится отличной от нуля результирующая сила $F = F_0 + F_1$, действующая со стороны буферного газа на газ поглощающих частиц как целое. Эта сила и приводит к дрейфу поглощающего компонента относительно буферного, в чём и состоит эффект С. д.

Результирующую силу в соответствии с (3) можно представить в виде:

$$F = m[(v_0 - v_1)j_1 - v_0 j_0], \quad (4)$$

где j — результирующий поток поглощающих частиц. Поток j формируется в течение времени порядка времени свободного пробега и приобретает значение, определяемое условием $F = 0$. Представим j в виде $j = uN$, где u — скорость С. д., N — концентрация поглощающих частиц, из (4) находим

$$u = \frac{v_0 - v_1}{v_0} \cdot \frac{j_1}{N}. \quad (5)$$

В условиях большого доплеровского уширения и при редких столкновениях $j_1 = (\Omega/k)N_1$ (N_1 — концентрация возбуждённых частиц), при этом

$$u = \left(\frac{k}{k}\right) \frac{v_0 - v_1}{v_0} w_1 \frac{\Omega}{k}, \quad w_1 = N_1/N. \quad (6)$$

Параметр w_1 характеризует долю возбуждённых частиц. При снятии сделанных ограничений для скорости дрейфа справедливо выражение [7,8]:

$$u = \left(\frac{k}{k}\right) v_T \frac{v_0 - v_1}{v_0} \frac{\Gamma_1}{\Gamma_1 + v_1} w_1 \varphi. \quad (7)$$

Здесь v_T — наиб. вероятная тепловая скорость, Γ_1 — константа релаксации возбуждённого уровня, φ — безразмерный фактор, отражающий специфич. (антисимметричную) зависимость скорости дрейфа от отстройки частоты Ω . В оптимальных условиях φ достигает значения ~ 1 .

Дрейфовое движение коллинеарно волновому вектору и может осуществляться как в направлении распространения излучения, так и в обратном направлении в зависимости от знака Ω и знака разности $(v_0 - v_1)$ транспортных частот столкновений. При $\Omega = 0$ С. д. отсутствует. Если относит. изменение частоты столкновений при возбуждении достаточно велико ($|v_0 - v_1|/v_0 \sim 1$), что не является редкостью, по крайней мере, для электронных переходов атомов, то, подбирая эксперим. условия, можно достичь величины скорости дрейфа, сравнимой с тепловой скоростью.

Важно отметить принципиальную роль буферного газа. Эффект существует только в его среде и проявляется в виде относит. движения газовых компонентов при сохранении импульса газовой системы в целом. В отсутствие буферного газа, согласно закону сохранения импульса, поглощающий газ обязан оставаться в покое как целое.