



## ГОРЯЧИЕ ЭЛЕКТРОНЫ

ГОРЯЧИЕ ЭЛЕКТРОНЫ, подвижные носители заряда в полупроводнике или металле, распределение которых по энергиям смещено относительно равновесного распределения при данной темп-ре  $T$  в сторону больших энергий. Носители заряда (электроны и дырки) становятся горячими при протекании электрич. тока через проводник под действием достаточно сильного электрич. поля.

При протекании тока электрич. поле ускоряет большее число носителей, а тормозит меньшее и тем самым сообщает электронному газу дополнит. энергию. В то же время, если ср. энергия  $\epsilon_{\text{ср}}$  электронов выше равновесного значения (в невырожденном

электронном газе  $\epsilon_{\text{ср}} = \frac{3}{2}$

$kT$ ,

$k$  – постоянная Больцмана), электронный газ передаёт энергию фононам при рассеянии на них. Степень «разогрева» носителей заряда, т. е. увеличение их  $\epsilon_{\text{ср}}$  по сравнению с равновесным значением, зависит от величины электрич. поля  $E$  и подвижности носителей тока, а также от скорости передачи ими энергии фононам.

При темп-рах

$T > \theta_D$  (

$\theta_D$  – [Дебая температура](#)) разогрев носителей заряда становится значительным при

$E \geq 10^3$  В/см, а при

$T \ll \theta_D$  – при  $E$  порядка  $10^{-1}$ – $1$  В/см.

Разогрев носителей с ростом  $E$  приводит к изменению электрич. проводимости  $\sigma$  полупроводника и отклонению его вольт-амперной характеристики от закона Ома.

При достаточно сильном падении  $\sigma$  с ростом электрич. поля на вольт-амперной характеристике появляется падающий участок с [отрицательным дифференциальным сопротивлением](#), она становится

N-образной (см. [Ганна эффект](#)). В тех же случаях, когда  $\sigma$  растёт, может наблюдаться

S-образная характеристика и как следствие – [шнурование тока](#). Когда при приближении к некоторой величине напряжения ток очень сильно растёт, говорят об электрич. пробое.

Нагрев электронов приводит и к др. эффектам: эмиссии Г. э. из ненагретых полупроводников, анизотропии электрич. проводимости и коэф. диффузии в кристаллах кубич. сингонии в сильных полях, росту и анизотропии [флуктуаций электрических](#).

Г. э. возникают также при инжекции носителей заряда из контакта двух проводников под действием приложенного к ним напряжения; при генерации носителей заряда светом с энергией фотонов, превышающей ширину запрещённой зоны полупроводника на величину, большую величины характерной тепловой энергии носителей.

## Литература

Лит. см. при ст. [Полупроводники](#).