Résumé

On étudie les propriétés de spin des états évanescents d'un semi-conducteur dépourvu de centre d'inversion. La topologie particulière des bandes évanescentes qui résulte de l'interaction spin-orbite est à l'origine d'un effet tunnel anormal. La nature même du processus tunnel devient très dépendante de l'orientation cristallographique de la barrière. Deux cas typiques sont analysés : tunneling sous incidence oblique sur une barrière orientée selon la direction [001] et tunneling sous incidence normale au travers d'une barrière orientée dans la direction [110]. Dans le premier cas, un processus tunnel quasi-classique peut être restauré de façon assez subtile et des effets de filtres à spin sont mis en évidence. Dans le second cas, la situation est particulièrement originale. La notion de courant de probabilité, qui joue un rôle central, est réexaminée et les conditions de discontinuité aux interface de la dérivée de la fonction d'onde sont établies. Selon cette direction où la levée de dégénérescence de spin de la bande de conduction est maximum, il n'y a curieusement aucun filtrage de spin mais l'onde transmise subit un déphasage dont le signe dépend de l'orientation du spin. On prédit des effets de précession de spin autour d'un champ effectif complexe régnant dans la barrière. Ces résultats permettent de concevoir, par ingénierie spin-orbite d'hétérostructures, des dispositifs tunnel résonnants capables de manipuler le spin.

Abstract

The spin properties of the evanescent states in a semiconductor with no inversion center are studied. The peculiar topology of the evanescent bands which results from the spin-orbit interaction is at the origin of an anomalous behavior of the tunneling. Even the nature of the tunnel process itself strongly depends on the crystallographic orientation. Two typical cases are analyzed: tunneling under off-normal incidence through a [001] −oriented barrier and tunneling under normal incidence through a [110] −oriented barrier. In the first case, a quasi-classical process can be restored in a quite subtle way and spin-filter effects are seen. In the latter case, the situation is completely unusual. The notion of probability current, which plays a central role, is re-examined and conditions expressing the discontinuity of the wave-function derivative at the interfaces are derived. Strangely enough, in this direction where the spin-splitting of the real conduction band is maximum, there is no spin-filter effect. The transmitted wave experiences a phase shift with a sign depending on the spin orientation. Spin-precession phenomena around the complex internal field existing in the barrier are predicted. Making use of spin-orbit engineering of heterostructures, these results allow one to conceive resonant-tunnel devices with spin-manipulation capability.