Теория емкости двумерного неупорядоченного топологического изолятора

Брагинский Л.С.^{1,2}, Энтин М.В.^{1,2}

¹ ИФП СО РАН, 630090, Новосибирск, пр. Ак. Лаврентьева, 13

² Новосибирский государственный университет, 630090, Новосибирск, ул. Пирогова, 2

DOI 10.34077/Semicond2019-490

Теоретически изучается емкость двумерного топологического изолятора HgTe с толщиной $\bar{h}$, близкой к критической h_c , соответствующей инверсии зон. Неизбежные флуктуации толщины слоя $h(\mathbf{r})$, ($\mathbf{r} = (x, y)$, двумерная координата вдоль слоя) приводят к разбиению образца на области с $\Delta(\mathbf{r}) > 0$ (обычный изолятор, ОИ) и $\Delta(\mathbf{r}) < 0$ (топологический изолятор, ТИ), на границе которых образуется сетка краевых состояний с энергиями, перекрывающими запрещенную зону однородного ТИ. Рассмотрение основывается на гамильтониане Волкова-Панкратова [1-4] со случайной щелью $\Delta(\mathbf{r}) = -\kappa(h(\mathbf{r}) - h_c)$.

Рис. 1.- а) разбиение образца на области обычного (ОИ, синий) и топологического (ТИ, желтый) изоляторов, б) плотность электронов на краевых состояниях.

Линейность спектра краевых состояний приводит к постоянной плотности состояний в запрещенной зоне. В пренебрежении межэлектронным взаимодействием и квантованием электронов на краевых состояниях это определяет квантовую емкость $C_Q = e^2 \Pi / \pi \hbar a v$ (здесь a - характерный двумерный масштаб флуктуаций толщины, v - скорость электрона на краевом состоянии), пропорциональную общему периметру Π линии уровня $\Delta(\mathbf{r}) = 0$. Величина Π найдена из перколяционных соображений.

Показано, что воздействие внешнего потенциала распространяется на все носители, принадлежащие данному краевому состоянию. Вычислена нелокальная емкость, связанная с переносом вызванного потенциалом изменения электронной плотности на расстояние порядка корреляционного радиуса краевых состояний. Показано, что в системе без полевого электрода потенциал от точечного источника заряда имеет степенную зависимость от расстояния до источника $r \gg a$, но меньшем корреляционного радиуса.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант 17-02-00837).

[1] Б.А. Волков, О.А. Панкратов, Письма в ЖЭТФ, **42**, 145(1985)

[2] M.V. Entin, M.M. Mahmoodian, L.I. Magarill, Europhys. Lett. **118**, 57002 (2017).

[3] M.M. Mahmoodian, L.I. Magarill, M.V. Entin, J. Phys.: Condens. Matter **29**, 435303 (2017).

[4] M.V. Entin and L.S. Braginsky Phys. Rev. B, **96**, art. no. 115403 (2017).