

Пироэлектрическое управление проводимостью канала из однослойных углеродных нанотрубок

Серебренникова С.И.¹, Копылова Д.С.¹, Гладуш Ю.Г.¹, Красников Д.В.¹, Маилис С.¹, Жуков С.С.², Насибулин А.Г.¹

svetlana.serebrennikova@skoltech.ru

¹ Сколковский институт науки и технологий, Москва, Россия

² Московский физико-технический институт, Долгопрудный, Россия

Однослойные углеродные нанотрубки (ОУНТ) являются перспективным материалом для фотодетекторов, в том числе фототранзисторов, благодаря своим уникальным оптоэлектронным свойствам, таким как высокая подвижность носителей заряда и большой диапазон значений ширины запрещенной зоны [1]. В данной работе представлены высокочувствительные фототранзисторы с каналами на основе разреженной сети ОУНТ на полярных поверхностях сегнетоэлектрических монокристаллов LiNbO_3 для фотодетектирования в широком диапазоне длин волн от видимого до среднего ИК. Причиной фотоотклика в исследуемых устройствах является эффект фотогейтинга – изменение проводимости канала вследствие варьирования затворного напряжения, вызванного пироэлектрическим эффектом в подложке на z-срезе кристалла LiNbO_3 из-за её нагрева под действием падающего излучения [2]. Показана высокая чувствительность этих фототранзисторов к ИК-излучению и изменениям температуры. Кроме этого, представлено, как характеристики устройств можно изменять за счёт сопротивлений каналов, которые зависят от типа ОУНТ, задействованных в его формировании: полупроводниковые или металлические. При этом достигнуты максимальные чувствительности 80 мА/Вт на длине волны падающего излучения 1550 нм и 6 мА/Вт на длине волны 9.3 мкм для наиболее проводящих транзисторов и максимальные относительные чувствительности 100 %/мкВт при 1550 нм и 8 %/мкВт при 9.3 мкм у наиболее резистивных устройств. Выбрав в качестве каналов разреженную сеть ОУНТ, мы значительно улучшили чувствительность и удельную обнаружительную способность ($3.5 \cdot 10^{11}$ и $1.7 \cdot 10^{11}$ см·Гц^{1/2}/Вт при 1550 нм и 9.3 мкм соответственно) фототранзисторов этого типа по сравнению с представленными ранее устройствами с каналами из графена на подложке из LiNbO_3 [3,4], что позволит использовать их в качестве чувствительных неохлаждаемых ИК-сенсоров

Ссылки

1. R. Saito, G. Dresselhaus, and M. S. Dresselhaus, Physical Properties of Carbon Nanotubes. London: Imperial College Press, 1998, pp. 35-70.
2. A. Rogalski, Infrared and Terahertz Detectors, Third Edition, Boca Raton: CRC Press, 2019.
3. K.K. Gopalan, D. Janner, S. Nanot, R. Parret, M.B. Lundeberg, F.H.L. Koppens, V. Pruneri, Mid-Infrared Pyroresistive Graphene Detector on LiNbO_3 , Adv. Opt. Mater (2017) 5, 1600723.
4. U. Sassi, R. Parret, S. Nanot, M. Bruna, S. Borini, D. De Fazio, Z. Zhao, E. Lidorikis, F.H.L. Koppens, A.C. Ferrari, A. Colli, Graphene-based mid-infrared room-temperature pyroelectric bolometers with ultrahigh temperature coefficient of resistance, Nat. Commun. (2017) 8, 8:14311.