Пьезоэлектрическое возбуждение колебаний наномеханических резонаторов с двумерным электронным газом

Шевырин А.А.¹, Погосов А.Г.^{1,2}, Бакаров А.К.^{1,2}, Шкляев А.А.^{1,2}, Куросу М.^{3,4}, Ямагучи Х.^{3,4}

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

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

³ NTT Basic Research Laboratories, Atsugi-shi, 243-0198 Kanagawa, Japan

⁴ Department of Physics, Tohoku University, 980-8578 Sendai, Japan

DOI 10.34077/Semicond2019-471

Экспериментально показано, что резонансные колебания наномеханических резонаторов на основе гетероструктур AlGaAs/GaAs с двумерным электронным газом допускают пьезоэлектрическое on-chip возбуждение путем подачи переменного напряжения между двумерным электронным газом и металлическим затвором, покрывающим поверхность.

Продemonстрировано возбуждение как изгибных, так и крутильных колебаний резонаторов толщиной 166 нм, имеющих форму кантилеверов и мостиков, при комнатной температуре. Выявлены две особенности, которые следует принимать во внимание при уменьшении размеров пьезоэлектрически возбуждаемых резонаторов. Во-первых, паразитное ослабление возбуждающего электрического сигнала становится основным фактором, ограничивающим эффективность возбуждения на резонансных частотах, возрастающих до мегагерцового диапазона при уменьшении размера. Во-вторых, тонкие и относительно длинные мостики на основе гетероструктур AlGaAs/GaAs подвержены эйлеровской неустойчивости из-за продольного сжатия. Продemonстрировано, что такая неустойчивость не препятствует возбуждению при сжатиях, близких к критическому. Однако, большое по величине сверхкритическое сжатие может приводить к полному подавлению пьезоэлектрически индуцируемых колебаний. Предложен метод, позволяющий избежать такого подавления.

Теоретическая часть работы поддержана грантом РНФ №18-72-10058. Экспериментальная часть работы поддержана грантом РФФИ №16-32-60130.

[1] A. A. Shevyrin et al., *Appl. Phys. Lett.* **103**, 131905 (2013).

[2] A. A. Shevyrin et al., *JETP Lett.* **109**, 261 (2019)