Оптическое натяжение и скомкивание двумерных полупроводников

Пошакинский А.В., Авдеев И.Д., Поддубный А.Н.

ФТИ им. А.Ф. Иоффе, 194021, Санкт-Петербург, Политехническая ул., 26

DOI 10.34077/Semicond2019-468

Механические свойства мембран вызывают в настоящее время большой интерес благодаря успехам в синтезе двумерных кристаллов: графена и монослоев дихалькогенидов переходных металлов. Оптический отклик этих материалов характеризуется ярко выраженным плазмонным или экситонным резонансом. В данной работе показано, что механическими свойствами таких резонансных мембран можно эффективно управлять, возбуждая их электромагнитным излучением.

Нами установлено, что помимо хорошо известной силы давления света оптическое возбуждение влияет непосредственно и на силу натяжения мембраны. При помощи развитой нами теории взаимодействия света с колебаниями резонансных тел [1] была вычислена поправка к силе натяжения мембраны, возникающая при нормальном падении на нее плоской электромагнитной волны. На рис. 1 показана зависимость поправки к силе натяжения от частоты света в области резонанса диэлектрической проницаемости мембраны. Поправка может быть как положительной, так и отрицательной. Ниже резонанса свет стремится натянуть мембрану, а выше него – ее скомкать. В последнем случае сила скомкивания конкурирует с разглаживанием мембраны под действием упругих сил и силы давления света, что в определенном диапазоне интенсивностей возбуждения и температур приводит к возникновению неустойчивости относительно образования складок. В зависимости от величины отстройки частоты света от резонанса скомкивание мембраны происходит в направлении параллельном либо перпендикулярном вектору поляризации света. Изучено также влияние оптического возбуждения на дисперсию изгибных колебательных мод двумерной мембраны. Оптическая сила натяжения приводит к изменению скорости распространения изгибных фононов, а за счет оптомеханических эффектов разогрева и охлаждения можно управлять их временами жизни.

[1] A.V. Poshakinskiy and A.N. Poddubny, *Phys. Rev. X* **9**, 011008 (2019).

Рис.1. – Поправка к силе натяжения мембраны, обусловленная ее возбуждением неполяризованным светом с интенсивностью 10 мВт/мкм^2 , как функция отстройки частоты света от частоты резонанса диэлектрической проницаемости мембраны.