

Винтовые дислокации в нитриде галлия как эффективные квази-одномерные источники света в ультрафиолетовой области спектра

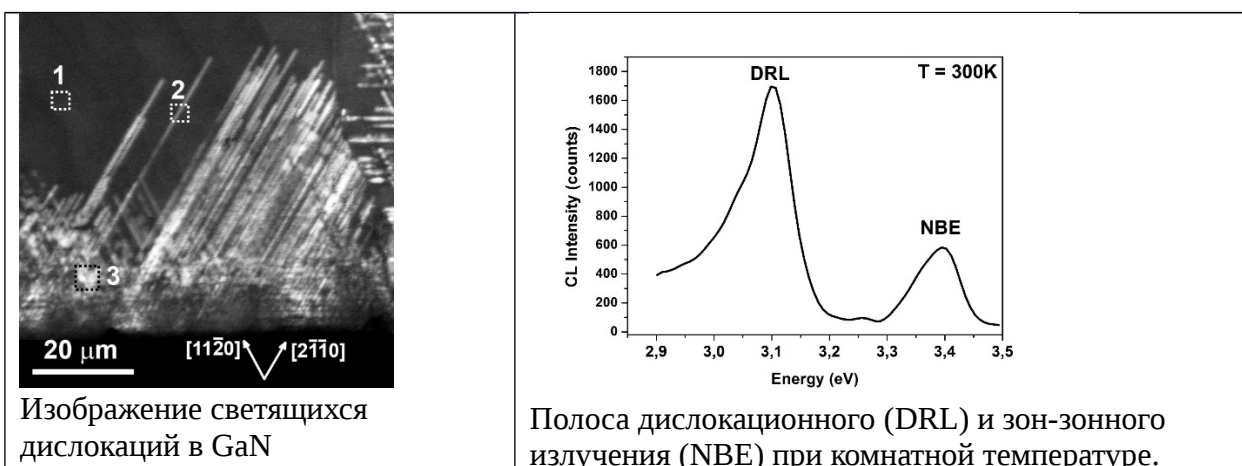
В настоящее время полупроводниковые светоизлучающие приборы (светодиоды и лазеры) нашли широкое применение в различных областях. Принцип их работы базируется на создании низкоразмерных структур (НРС), в которых свободные носители заряда локализуются в активной зоне, которая, в свою очередь, обычно создается эпитаксиальным наращиванием материала с шириной запрещенной зоны меньшей, чем матрица.

Современные технологии позволяют получать высококачественные НРС двумерного (квантовые ямы) или нульмерного (квантовые точки) типов в то время, как приготовление одномерных структур (квантовые проволоки), которые вследствие пикообразного характера плотности состояний должны обладать наибольшей эффективностью, по крайней мере, на сегодняшний день - невозможно.

Между тем, в кристаллах существуют естественные одномерные дефекты структуры - дислокации. В полупроводниках с тетраэдрической координацией дислокации обладают свойством собственной люминесценции. Однако во всех исследованных до последнего времени материалах дислокационная люминесценция (ДЛ) наблюдалась только при криогенных температурах, что не позволяло ее использовать в приложениях.

В настоящей работе впервые была обнаружена ДЛ в ультрафиолетовой области спектра, интенсивность которой превышает интенсивность зон-зонного излучения и сохраняет высокие значения как при комнатной температуре, так и вплоть до 150 °С. Проведенные детальные свойства ДЛ и атомной структуры установили, что это свойство является следствием тонкой структуры ядер винтовых дислокаций в нитриде галлия, которая состоит из двух частичных, ограничивающих дефекты упаковки шириной 4-6 нм. Дефект упаковки в этом материале образует глубокую одномерную квантовую яму, что в совокупности с уровнями частичных дислокаций обеспечивает устойчивость ДЛ при высоких температурах.

Обнаруженное явление в сочетании с применением современной технологии сращивания пластин для создания регулярных дислокационных сеток открывает перспективу создания нового типа светоизлучающих приборов в УФ и видимом диапазоне.



Medvedev O, Vyvenko O, et al. Intrinsic luminescence and core structure of freshly introduced a-screw dislocations in n-GaN. Journal of Applied Physics . 2018 Apr 28 ; 123(16):161427. : <http://aip.scitation.org/doi/10.1063/1.5011368>