

## Наноантенна-электрод для ярких твердотельных однофотонных источников с электрической накачкой

*И.М. Фрадкин*

Московский физико-технический институт (государственный университет)

Возможность излучать единичные фотоны по требованию является ключевой для создания защищенных линий связи и технологии квантовых вычислений. В связи с тем, что однофотонные источники с оптической накачкой энергетически неэффективны и сложно интегрируемы, крайне необходимы однофотонные источники с электрической накачкой, лишенные этих недостатков. Центры окраски в алмазе и карбиде кремния - лучшие кандидаты для однофотонных источников работающих при комнатной и более высоких температурах [1,2]. Однако, достижение высокой квантовой эффективности, большого темпа излучения фотонов и узкого спектра излучения до сих пор является трудной задачей. Среди множества центров окраски в алмазе, кремние-замещенные вакансии (SiV-центры) демонстрируют выдающиеся оптические свойства. В отличие от азото-замещенных вакансий (NV-центры), отрицательно заряженные состояния SiV-центров способны электролюминесцировать [2], а более 70% фотонов излучаются без участия фононов. В то же время, их квантовая эффективность не превышает 5% [2,3]. Эта проблема может быть решена посредством использования резонатора или наноантенны для усиления однофотонной эмиссии, однако, внедрение этих компонент в однофотонные диоды с электрической накачкой представляет из себя сложную задачу.

В нашей работе мы демонстрируем наноантенну-электрод, которая одновременно используется для усиления однофотонной эмиссии и в качестве контакта для электрической накачки (рис. 1). Сильная инжекция дырок из такого электрода позволяет достичь темпа излучения фотонов в  $10^8$  шт/с. Будучи значимой частью алмазного нанодиода, наноантенна-электрод дает возможность значительно уменьшить размеры однофотонного источника и увеличить его квантовую эффективность. Мы показываем, что коэффициент Парселла превышает 20, что дает возможность увеличить квантовую эффективность SiV-центров более чем в 10 раз. Наши результаты позволяют внедрить однофотонные источники с электрической накачкой в большие квантовые схемы.

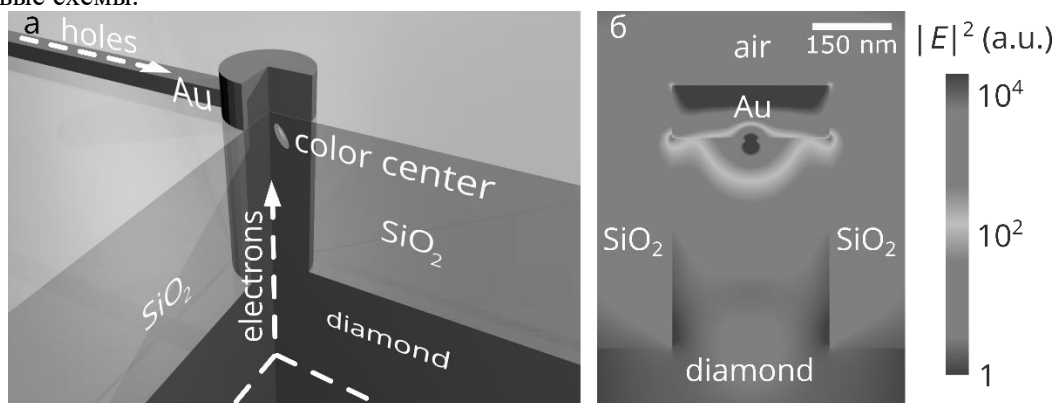


Рис. 1. (а) Схема алмазного однофотонного диода. (б) Распределение электрического поля единичного эмиттера вблизи электрода.

### Литература

1. Boretti A., Rosa L., Mackie A., Castelletto S. Electrically Driven Quantum Light Sources // *Adv. Opt. Mater.* 2015. V. 3. P. 1012–1033
2. Fedyanin D. Yu., Agio M. Ultrabright Single-Photon Source on Diamond with Electrical Pumping at Room and High Temperatures // *New J. Phys.* 2016. V. 18. P. 073012.
3. Lagomarsino S., Gorelli F., Santoro M., Fabbri N., Hajeb A., Sciortino S., Palla L., Czelusniak C., Massi M., Taccetti F., Giuntini L., Gelli N., Fedyanin D. Yu., Cataliotti F. S., Toninelli C., Agio M. Robust Luminescence of the Silicon-Vacancy Center in Diamond at High Temperatures // *AIP Adv.* 2015. V. 5. P. 127117.